

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CARLOS ANDRÉ STUEPP

***Piptocarpha angustifolia* Dusén ex Malme: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE
MUDAS E ANÁLISE SILVICULTURAL**

CURITIBA-PR

2017

CARLOS ANDRÉ STUEPP

***Piptocarpha angustifolia* Dusén ex Malme: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE
MUDAS E ANALISE SILVICULTURAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientadora: Prof^a. Dra. Katia Christina Zuffellato-Ribas
Co-orientadores: Prof. Dr. Henrique Soares Koehler
Dr. Ivar Wendling

CURITIBA-PR

2017

S933 Stuepp, Carlos André

Piptocarpha angustifolia Dusén ex Malme: avaliação da qualidade de mudas e análise silvicultural. Carlos André Stuepp. / Curitiba: 2017.

172 f. il.

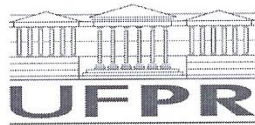
Orientadora: Katia Christina Zuffellato-Ribas

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná.

Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

1. Florestas - Mudas. 2. Plantas – Propagação. 3. Propagação vegetativa. I. Zuffellato-Ribas, Katia Christina. II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU 631.53



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Setor CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Programa de Pós-Graduação AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL)

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **CARLOS ANDRE STUEPP** intitulada: *Piptocarpha angustifolia* Dusén ex Malme: **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE MUDAS E ANÁLISE SILVICULTURAL**, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO.

Curitiba, 24 de Fevereiro de 2017.

KATIA CHRISTINA ZUFFELLATO-RIBAS
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

ALEX CAETANO PIMENTA
Avaliador Externo (IFMT)

DAGMA KRATZ
Avaliador Externo (UFPR)

ROBERSON DIBAX
Avaliador Externo (UFFS)

HENRIQUE SOARES KOEHLER
Avaliador Interno (UFPR)

DEDICO

À Deus, por tudo.

*A minha esposa Rosimeri de Oliveira
Fragoso, a luz de minha vida, sem ela
nenhum sonho seria possível ou valeria a
pena.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, em primeiro lugar.

À toda minha família, que de forma indireta fez-se presente nesta conquista e, em especial à meus pais, Felisberto e Verônica Stuepp, por todo o apoio, compreensão e incentivo.

À minha orientadora. Dra. Katia Christina Zuffellato-Ribas e família por todo o esforço desempenhando em favor de minha formação e, sobretudo, por ter me acolhido como seu orientado e a mim confiado um projeto de tamanha grandeza.

Aos meus co-orientadores Dr. Henrique Soares Koehler e Dr. Ivar Wendling pela parceria, auxílio, sugestões e ensinamentos durante a realização desse trabalho.

À todos os integrantes do Grupo de Pesquisa em Estaquia (GEPE) da Universidade Federal do Paraná pela amizade, sugestões e auxílios que de alguma forma enriqueceram meu trabalho.

Aos integrantes do Núcleo de Inovação tecnológica em agropecuária (NITA - UFPR) e da Fazenda Canguiri - UFPR pela disponibilização e manutenção da área experimental.

Ao SIMEPAR pela disponibilização dos dados climatológicos.

Ao Dr. Aloisio Xavier pelo apoio e orientação científica em favorecimento do primeiro capítulo desta tese.

Ao Dr. Stephen J. Trueman pelo auxílio na melhoria do artigo de qualificação intitulado "The use of auxin quantification for understanding clonal tree propagation".

Aos meus colegas Adrian Schlei e Leandro Ferraz pelo apoio técnico na melhoria da qualidade deste documento.

Aos professores Dr. Átila Francisco Mogor, Dr. Mauro Brasil Dias Tofanelli, Dr. Alex Pimenta, Dr. Roberson Dibax e Dra. Dagma Kratz pela participação da banca examinadora e por todas as contribuições.

Aos amigos da Embrapa Florestas Décio, Joel, Nide, Vero, por todo o auxílio e ensinamentos passados durante os experimentos e pela grande amizade construída a cada dia.

À Rosimeri de Oliveira Fragoso, minha companheira, por sua participação constante nas correções e pareceres e, sobretudo, por sua atenção, respeito e dedicação. Por representar em minha vida o sumo dos valores da ética.

À Embrapa Florestas por disponibilizar recursos à realização deste trabalho e à CAPES pelo suporte financeiro concedido a esta pesquisa e ao Programa de Pós Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) pela confiança e suporte científico depositados neste trabalho.

À todas as pessoas especiais que passaram por minha vida até este momento, que participaram direta ou indiretamente dela e que de alguma forma somaram suas experiências ao meu conhecimento.

RESUMO

Piptocarpha angustifolia Dusén ex Malme conhecida popularmente como vassourão-branco é uma espécie secundária inicial com ampla representação na floresta ombrófila mista, comum em áreas com intervenção antrópica. Se destaca por suas características atrativas à indústria madeireira, como fuste retilíneo e crescimento acelerado, podendo alcançar até 30 m de altura e ultrapassar os 40 cm de diâmetro quando adulta. Sua madeira é leve, macia, com boas aplicações em ambientes internos, principalmente na construção civil, produção de chapas de madeira compensada e aglomerada, bem como para uso energético como lenha. Apresenta boas características ornamentais, porém sua maior utilização está atrelada à recomposição de áreas degradadas. A espécie apresenta dificuldades na produção de sementes, relacionadas principalmente à coleta, pelo seu diminuto tamanho, baixa germinação e imaturidade do embrião, estes ainda somados à difícil distinção entre fruto e semente. Buscando diminuir tais deficiências no processo de produção de mudas de vassourão-branco, técnicas de propagação vegetativa podem ser indicadas para a obtenção de melhores índices de formação de mudas em viveiro, analisando-se posteriormente seu desenvolvimento a campo, inferindo desta forma no potencial florestal produtivo da espécie. Assim, a presente tese teve como objetivo geral buscar o aperfeiçoamento dos índices de enraizamento de miniestacas de vassourão-branco, estabelecendo um protocolo para a produção de mudas por miniestaquia, bem como analisar o comportamento silvicultural destas mudas a campo. O minijardim clonal, estabelecido em sistema semi-hidropônico, foi implantado com mudas produzidas previamente pela técnica de estaquia convencional com uso de brotações epicórmicas de cepas. Ao longo de dois anos, as minicepas foram submetidas a 32 coletas sucessivas em intervalos de 18 a 26 dias, avaliando-se a sobrevivência e produção de miniestacas durante todo o período. Foram preparadas miniestacas com 8 ± 1 cm de comprimento e diâmetro médio de $0,5 \pm 0,1$ cm, mantendo-se duas folhas reduzidas a 50% de sua superfície original. A tese está organizada em capítulos, com os respectivos objetivos: Capítulo I - discorrer sobre conceitos teóricos e práticos aplicados à macropropagação e silvicultura clonal em espécies arbóreas nativas, apresentando um levantamento bibliográfico acerca do estado da arte relativo a estes temas; Capítulo II - estudar o efeito de sucessivas coletas de miniestacas em diferentes épocas do ano sobre a maturação e o potencial de multiplicação via miniestaquia da espécie, por meio da avaliação da sobrevivência e produção das minicepas, enraizamento, vigor radicial e taxa de multiplicação das miniestacas; Capítulo III - avaliar o efeito de diferentes composições de substratos renováveis à base de casca de arroz carbonizada e fibra de coco em diferentes estações do ano na qualidade final de mudas de *Piptocarpha angustifolia* e; Capítulo IV - avaliar a sobrevivência e o vigor do crescimento a campo de mudas de *Piptocarpha angustifolia* produzidas por miniestaquia com duas alturas de expedição. Os resultados mostraram que a miniestaquia é tecnicamente viável para produção de mudas clonais de *Piptocarpha angustifolia*, apresentando elevada sobrevivência de minicepas (68%) e produtividade de miniestacas (2.227 miniestacas $m^{-2} \text{ano}^{-1}$) ao longo de dois anos. O enraizamento de miniestacas indica não haver maturação no decorrer das coletas em minicepas de *Piptocarpha angustifolia* durante o período experimental. A primavera é a época

mais indicada para o enraizamento (71,3%) e o verão é a que proporciona maior vigor radicial (número e comprimento de raízes) nas miniestacas. A maior relação entre casca de arroz carbonizada e fibra de coco favoreceu o crescimento das mudas, conferindo melhor qualidade, recomendando-se o substrato composto por 30% fibra de coco + 70% casca de arroz carbonizada. A primavera é a estação mais favorável para a sobrevivência e qualidade das mudas e, em conjunto com o verão, mostra as maiores taxas de multiplicação (plantas formadas $m^{-2} \text{ mês}^{-1}$). Mudanças de 20 ± 5 cm mostraram-se superiores em sobrevivência às de 40 ± 5 cm. O crescimento em altura e diâmetro em campo manteve-se constante até os 24 meses, alcançando 64,1 cm e 13,5 mm, respectivamente, independente da altura de expedição das mudas. Mais estudos são necessários para determinar o comportamento da espécie em condições de pleno sol em plantios homogêneos, assim como sua susceptibilidade ao ataque de pragas florestais.

Palavras-chave: Vassourão-branco, juvenilidade, miniestaquia, propagação vegetativa, qualidade de mudas florestais, silvicultura clonal.

ABSTRACT

Piptocarpha angustifolia Dusén ex Malme known popularly as “vassourão-branco” is an early secondary species with broad representation in the mixed rain forest formation, common in areas that have undergone some human intervention. It stands out for its attractive characteristics for timber industry, as rectilinear stem and accelerated growth, reaching up to 30 m high and exceed 40 cm in diameter when adult. Its wood is light, soft, with good indoor applications, especially in civil construction, production of wood plaques, plywood and agglomerated, as well as for energy use as firewood. It shows good ornamental characteristics, but its greatest use is still linked to restoration of degraded areas. The species presents an irregularity in seed production, mostly related to the collection, due to its small size, low germination and common immaturity of the embryo, as well as the difficult distinction between fruit and seed. To reduce such deficiencies in the “vassourão-branco” seedling production process, vegetative propagation techniques may be indicated to obtain better rates of seedling production, later analyzing its development in field, thus inferring their productive potential. Thus, this thesis aimed to improve the rates of rooting cuttings of “vassourão-branco”, establishing a protocol for the production of plants by mini-cuttings technique and analyze the silvicultural behavior of these in field conditions. The clonal mini-garden was established in a semi-hydroponic system with plants produced previously by cuttings technique with use of epicormic shoots. Over two years, mini-stumps were submitted to 32 successive collections at intervals ranging from 18 days to 26 days, to evaluate the survival and production of mini-cuttings throughout the period. Mini-cuttings of 8 ± 1 cm long and average diameter about 0.5 ± 0.1 cm were prepared, keeping up two leaves reduced to 50% of its original surface. The thesis is organized in four chapters, with the respective objectives: Chapter I - to present theoretical and practical concepts applied in the vegetative propagation and clonal forestry, presenting a literature review about the state of the art of this theme; Chapter II - to study the effect of mini-cuttings successive collections at different periods of the year on the maturation and potential multiplication via mini-cuttings technique, through the evaluation of survival and production of mini-stumps, rooting, root vigor and multiplication rate of mini-cuttings; Chapter III - to evaluate the effect of different compositions of renewable substrates based on carbonized rice husk and coconut fiber in different seasons in clonal plants quality of *Piptocarpha angustifolia* and; Chapter IV - to evaluate the survival and growth vigor of *Piptocarpha angustifolia* clonal plants produced by mini-cuttings with two expedition heights in full sunlight field conditions. The results showed that mini-cuttings technique is viable for the production of *Piptocarpha angustifolia* clonal plants, with high survival of mini-stumps (68%) and productivity of mini-cuttings (2227 mini-cuttings m^{-2} year⁻¹) over two years. The rooting of mini-cuttings indicate no maturity in the course of the collection in *Piptocarpha angustifolia* mini-stumps. Spring is the most suitable season for rooting (71.3%) and summer is the season that provides greater root vigor (number and length of roots) of mini-cuttings. The higher ratio between carbonized rice husk and coconut fiber favored the plants development, providing best quality, being recommended substrate composed by 30% coconut fiber + 70% carbonized rice husk. The spring is more favorable for the survival and quality of mini-cuttings and, together with the summer, favored the highest multiplication rates

(formed plants $\text{m}^{-2} \text{ month}^{-1}$). Plants of 20 ± 5 cm are superior in survival to the 40 ± 5 cm ones. The growth in height and diameter remained constant up to 24 months, reaching 64.1 cm and 13.5 mm, respectively, independently of the seedlings expedition time. More studies are needed to determine the behavior of the species in conditions of full sunlight in homogeneous stands, as well as their susceptibility to attack by forest pests.

Key words: “Vassourão-branco”, juvenility, mini-cuttings technique, vegetative propagation, forest plants quality, clonal forestry.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE TABELAS	14
1 INTRODUÇÃO GERAL	17
2 CARACTERIZAÇÃO E IMPORTÂNCIA DA ESPÉCIE	19
3 CAPÍTULO I: PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E APLICAÇÃO DA SILVICULTURA CLONAL EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS	25
3.1 INTRODUÇÃO	27
3.2 CONCEITOS E TERMINOLOGIAS	28
3.3 INDUÇÃO DE BROTAÇÕES JUVENIS EM ESPÉCIES NATIVAS	31
3.3.1 Decepa.....	32
3.3.2 Anelamento total e parcial do tronco.....	35
3.4 RESGATE VEGETATIVO EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS	38
3.4.1 Resgate vegetativo a partir de brotações de copa	38
3.4.1.1 Estaquia de brotações de copa	38
3.4.1.2 Alporquia em brotações de copa.....	45
3.4.1.3 Enxertia com brotações de copa	46
3.4.2 Resgate vegetativo a partir de brotações epicórmicas basais.....	47
3.5 PROPAGAÇÃO VEGETATIVA EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS	50
3.5.1 Matrizes jovens (mudas de sementes)	53
3.5.2 Matrizes adultas	56
3.5.2.1 Estaquia (jardim clonal).....	56
3.5.2.2 Miniestaquia (minijardim clonal)	57
3.5.2.3 Enxertia.....	60
3.6 ESTABELECIMENTO DE FLORESTAS CLONAIS COM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS	64
3.7 CONCLUSÕES	67
REFERÊNCIAS	68
4 CAPÍTULO II: COLETAS SUCESSIVAS DE MINIESTACAS EM MINICEPAS DE <i>Piptocarpha angustifolia</i>: EFEITO SOBRE A MATURAÇÃO, ENRAIZAMENTO E VIGOR RADICIAL	91
4.1 INTRODUÇÃO.....	93
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	94

4.2.1 Caracterização da área experimental.....	94
4.2.2 Obtenção das mudas.....	95
4.2.3 Manejo e nutrição das minicepas	96
4.2.4 Sobrevivência de minicepas e produção de miniestacas.....	97
4.2.5 Enraizamento das miniestacas	97
4.2.6 Análise estatística.....	98
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	99
4.3.1 Produtividade e sobrevivência de minicepas	99
4.3.2 Enraizamento de miniestacas.....	105
4.4 CONCLUSÕES	113
REFERÊNCIAS	114
5 CAPÍTULO III: QUALIDADE DE MUDAS CLONAIIS DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> EM DIFERENTES SUBSTRATOS RENOVÁVEIS A PARTIR DE MINIESTACAS COLETADAS NAS QUATRO ESTAÇÕES DO ANO	119
5.1 INTRODUÇÃO.....	121
5.2 MATERIAL E METODOS	123
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	128
5.4 CONCLUSÕES	141
REFERÊNCIAS	142
6 CAPÍTULO IV: SILVICULTURA CLONAL DE <i>Piptocarpha angustifolia</i>: SOBREVIVÊNCIA E VIGOR DE CRESCIMENTO A CAMPO	145
6.1 INTRODUÇÃO.....	147
6.2 MATERIAL E MÉTODOS	148
6.2.1 Caracterização da área experimental.....	148
6.2.2 Produção de mudas	150
6.2.3 Plantio a campo e avaliações	153
6.2.4 Delineamento experimental e análise estatística	154
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	154
6.4 CONCLUSÕES	159
REFERÊNCIAS	160
7 CONCLUSÕES GERAIS.....	165
REFERÊNCIAS	166

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1	SEQUÊNCIA ESQUEMÁTICA PARA RESGATE VEGETATIVO DE PLANTAS ADULTAS E PROPAGAÇÃO MASSAL EM ESPÉCIES NATIVAS.....	52
FIGURA 2.1	(A) SOBREVIVÊNCIA DE MINICEPAS EM MINIJARDIM CLONAL DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> , EM FUNÇÃO DAS COLETAS SUCESSIVAS; (B) RELAÇÃO ENTRE MORTALIDADE DE MINICEPAS (MM) E INTERVALOS ENTRE COLETAS (IC), EM FUNÇÃO DAS MÉDIAS DAS ESTAÇÕES ENTRE 2013 E 2015.....	100
FIGURA 2.2	CARACTERIZAÇÃO GERAL DO EXPERIMENTO COM MINIESTACAS DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> : A - MINICEPA EM PONTO DE COLETA; B - SISTEMA RADICIAL DA MINICEPA APÓS 24 MESES EM SISTEMA SEMI-HIDROPÔNICO; C - MINIESTACA; D - EMBALAGEM UTILIZADA E ACONDICIONAMENTO DAS MINIESTACAS; E - MINIESTACA COM CALO; F - MINIESTACA COM A PARTE APICAL NECROSADA; G - MINIESTACA ENRAIZADA.....	102
FIGURA 2.3	PRODUÇÃO DE MINIESTACAS DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> POR METRO QUADRADO (PMQ) EM FUNÇÃO DAS ESTAÇÕES DO ANO ENTRE O INVERNO/2013 E OUTONO/2015.....	104
FIGURA 2.4	PORCENTAGEM DE ENRAIZAMENTO (A), TAXA DE MULTIPLICAÇÃO (B), NÚMERO DE RAÍZES (C) E COMPRIMENTO MÉDIO DAS TRÊS MAIORES RAÍZES (D) EM MINIESTACAS DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> ENTRE O INVERNO/2013 E OUTONO/2015.....	108

FIGURA 2.5	MÉDIAS GERAIS PARA SOBREVIVÊNCIA E MORTALIDADE (A), EMISSÃO DE CALOS E MINIESTACAS ENRAIZADAS COM PRESENÇA DE CALOS (B), MANUTENÇÃO DE FOLHAS E EMISSÃO DE BROTO (C) EM MINIESTACAS DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> ENTRE O INVERNO/2013 E OUTONO/2015.....	111
FIGURA 3.1	CARACTERIZAÇÃO GERAL DO EXPERIMENTO COM MINIESTACAS DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> : A – SUBSTRATOS; B – MINIESTACAS ACONDICIONADAS EM TUBETES; C – SISTEMA RADICAL E AÉREO DAS MUDAS PRODUZIDAS; D – VISTA SUPERIOR DAS MUDAS PRODUZIDAS; E – MUDA REFERENTE AO TRATAMENTO COMPOSTO POR 30% FC E 70% CAC.....	125
FIGURA 3.2	MÉDIAS DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS (T MÍN.), MÁXIMAS (T MÁX.) E MÉDIAS (T MÉD.) E PRECIPITAÇÃO PARA COLOMBO-PR, ENTRE JANEIRO/2014 E DEZEMBRO/2014.....	127
FIGURA 3.3	SOBREVIVÊNCIA DE MINICEPAS DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> POR UM PERÍODO DE 353 DIAS SOB EFEITO DE COLETAS SUCESSIVAS: (A) EM FUNÇÃO DAS DIFERENTES COLETAS; (B) EM FUNÇÃO DAS ESTAÇÕES DO ANO E INTERVALOS ENTRE COLETAS...	129
FIGURA 3.4	PRODUÇÃO DE MINIESTACAS DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> POR METRO QUADRADO (PMQ) EM FUNÇÃO DAS ESTAÇÕES DO ANO.....	130
FIGURA 3.5	SOBREVIVÊNCIA DE MINIESTACAS DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> NA SAÍDA DA CASA DE VEGETAÇÃO AOS 70 DAI (SSCV), NA SAÍDA DA CADA DE SOMBRA AOS 100 DAI (SSCS) E ENRAIZAMENTO A PLENO SOL AOS 130 DAI (SPS) EM FUNÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE SUBSTRATOS (A) E ESTAÇÕES DO ANO (B).....	133

FIGURA 3.6	EMISSÃO DE RAÍZES NO FUNDO DO TUBETE (RFT) AOS 70 DAI E EMISSÃO DE BROTOS (EB) AOS 100 DAI EM MINIESTACAS DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> EM FUNÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE SUBSTRATOS (A) E DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO (B).....	135
FIGURA 3.7	NOTAS PARA FACILIDADE DE RETIRADA DAS MUDAS DO TUBETE (FRM), AGREGAÇÃO DAS RAÍZES AO SUBSTRATO (ARS) E RELAÇÃO ENTRE ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DO COLETO (H/DC) AOS 130 DAI EM MINIESTACAS DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> EM FUNÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE SUBSTRATOS (A) E DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO (B).....	140
FIGURA 4.1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO NA FAZENDA CANGUIRI, PINHAIS-PR.....	149
FIGURA 4.2	MÉDIAS DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS (T MÍN.), MÁXIMAS (T MÁX.) E MÉDIAS (T MÉD.) E PRECIPITAÇÃO PARA REGIÃO DE PINHAIS-PR, ENTRE OS MESES DE SETEMBRO/2014 E SETEMBRO/2016.....	151
FIGURA 4.3	CARACTERIZAÇÃO GERAL DO EXPERIMENTO COM MUDAS CLONAIIS DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> : A – MUDAS COM 20 ± 5 CM; B - MUDAS COM 40 ± 5 CM; C, D – PLANTAS COM DESENVOLVIMENTO SATISFATÓRIO; E – PLANTA ATACADA POR FORMIGAS CORTADEIRAS, IDENTIFICANDO A REBROTA BASAL.....	152
FIGURA 4.4	PORCENTAGENS DE SOBREVIVÊNCIA DE MUDAS CLONAIIS DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> AVALIADAS AOS 1, 2, 3, 6, 12, 18 E 24 MESES APÓS O PLANTIO EM PINHAIS-PR.....	155
FIGURA 4.5	CRESCIMENTOS EM DIÂMETRO E ALTURA DE MUDAS CLONAIIS DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> AVALIADAS AOS 6, 12, 18 E 24 MESES APÓS O PLANTIO EM PINHAIS-PR.....	157

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.1	APLICAÇÕES DA TÉCNICA DE DECEPA NA INDUÇÃO DE BROTAÇÕES JUVENIS EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS.....	34
TABELA 1.2	APLICAÇÕES DAS TÉCNICAS DE ANELAMENTO TOTAL, ANELAMENTO PARCIAL, PODA DE RAMOS DA COPA, BROTAÇÃO DE RAMOS DESTACADOS DA PLANTA MATRIZ E MANTIDOS EM CASA DE VEGETAÇÃO E ENVERGADURA DE CAULE NA INDUÇÃO DE BROTAÇÕES REJUVENESCIDAS EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS.....	37
TABELA 1.3	RESGATE VEGETATIVO POR MEIO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES DE COPA EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS.....	42
TABELA 1.4	RESGATE VEGETATIVO POR MEIO DE ALPORQUIA EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS.....	46
TABELA 1.5	RESGATE VEGETATIVO POR MEIO DE BROTAÇÕES EPICÓRMICAS EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS.....	47
TABELA 1.6	APLICAÇÕES DA ESTAQUIA COMO MÉTODO DE PROPAGAÇÃO MASSAL APLICADO EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS.....	55
TABELA 1.7	APLICAÇÕES DA MINIESTAQUIA COMO MÉTODO DE PROPAGAÇÃO MASSAL EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS.....	59
TABELA 1.8	APLICAÇÕES GERAIS DA ENXERTIA NO RESGATE VEGETATIVO E MULTIPLICAÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS.....	62

TABELA 2.1	CORRELAÇÕES ENTRE AS TEMPERATURAS MÍNIMAS, MÁXIMAS E MÉDIAS E AS VARIÁVEIS DE PRODUTIVIDADE AVALIADAS EM MINIJARDIM CLONAL (A) E ENTRE AS VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS (B) EM MINIESTACAS DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> APÓS SEU ENRAIZAMENTO.....	101
TABELA 2.2	ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM DE ENRAIZAMENTO (ME), TAXA DE MULTIPLICAÇÃO (TM), NÚMERO DE RAÍZES/MINIESTACA (NR), COMPRIMENTO MÉDIO DAS TRÊS MAIORES RAÍZES/MINIESTACA (CMR), SOBREVIVÊNCIA (S), MORTALIDADE (M), MINIESTACAS COM CALOS (C), MINIESTACAS COM CALOS E RAÍZES (C + R), MINIESTACAS BROTADAS (B) E MANUTENÇÃO DE FOLHAS EM MINIESTACAS (MF) DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> PROVENIENTE DE MINIJARDIM EM OITO COLETAS CONSECUTIVAS ABRANGENDO AS QUATRO ESTAÇÕES DO ANO.....	106
TABELA 3.1	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE SEIS SUBSTRATOS À BASE DE CASCA DE ARROZ CARBONIZADA E FIBRA DE COCO.....	126
TABELA 3.2	ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM DE SOBREVIVÊNCIA NA SAÍDA DA CASA DE VEGETAÇÃO (SSCV), NÚMERO DE RAÍZES NO FUNDO DO TUBETE (RFT), SOBREVIVÊNCIA NA SAÍDA DA CASA DE SOMBRA (SSCS), EMISSÃO DE BROTOS (EB), ENRAIZAMENTO A PLENO SOL (SPS), ALTURA DA PARTE AÉREA (H), DIÂMETRO DO COLETO (DC), FACILIDADE DE RETIRADA DAS MUDAS DOS TUBETES (FRM), AGREGAÇÃO DAS RAÍZES NO SUBSTRATO (ARS), RELAÇÃO ENTRE A ALTURA DA PARTE AÉREA E O DIÂMETRO DO COLETO (H/DC) E TAXA DE MULTIPLICAÇÃO DE MINIESTACAS (TM) EM MUDAS DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> PROVENIENTE DE MINIJARDIM CLONAL NAS QUATRO ESTAÇÕES DO ANO.....	131

TABELA 3.3	TAXAS DE MULTIPLICAÇÃO (TM), ALTURA (H) E DIÂMETRO DO COLETO (DC) AOS 130 DAI EM MINIESTACAS DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> EM FUNÇÃO DAS ESTAÇÕES DO ANO E COMPOSIÇÕES DE SUBSTRATOS.....	137
TABELA 4.1	TEORES DE ARGILA E PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL DE 0 A 30 CM E 50 A 80 CM DE PROFUNDIDADE (Prof.).....	149
TABELA 4.2	TEMPERATURA E UMIDADE MÉDIA NOS DIFERENTES AMBIENTES UTILIZADOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>Piptocarpha angustifolia</i>	153
TABELA 4.3	ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM DE SOBREVIVÊNCIA DE MUDAS CLONAIAS DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> AVALIADAS AOS 1, 2, 3, 6, 12, 18 E 24 MESES APÓS O PLANTIO EM PINHAIS-PR.....	154
TABELA 4.4	ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A ALTURA E DIÂMETRO DO CAULE DE MUDAS CLONAIAS DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> AVALIADAS AOS 6, 12, 18 E 24 MESES APÓS O PLANTIO EM PINHAIS-PR.....	155

1 INTRODUÇÃO GERAL

Piptocarpha angustifolia Dusén ex Malme é uma espécie arbórea da família Asteraceae, conhecida popularmente como vassourão-branco, vassourão-cavalo ou apenas vassourão. Se destaca por suas qualidades fenotípicas atrativas à indústria madeireira, com fuste retilíneo e características ortotrópicas (FOSSATI, 2007), crescimento acelerado, podendo alcançar até 30 m de altura quando adulta (SEITZ, 1976) e ultrapassando os 40 cm de diâmetro (CARVALHO, 2006; FOSSATI, 2007). Tem sua ocorrência natural na Floresta Ombrófila Mista, desde o estado de São Paulo até Rio Grande do Sul, onde ocorre como espécie secundária inicial, com bom desenvolvimento sobre solos com elevado índice de degradação (SEITZ, 1976; CARVALHO, 2003; 2006).

A produção de mudas de *Piptocarpha angustifolia* a partir de sementes apresenta uma série de limitações ligadas à dificuldade de coleta e reduzido porcentual de germinação destas (<10%), atrelada geralmente à imaturidade do embrião (SEITZ, 1976; CARVALHO, 2003). Já sua propagação assexuada por miniestaquia tem se mostrado promissora; contudo, os resultados apresentados até o momento não têm sido tecnicamente viáveis para fins comerciais, não ultrapassando os 45% de enraizamento (FERRIANI *et al.*, 2011). Além disso, uma metodologia de propagação eficiente por si só não possibilita sua recomendação para fins produtivos, sendo imprescindível sua avaliação em viveiro e a campo.

Um dos desafios da silvicultura clonal tem sido superar os efeitos da maturação em espécies lenhosas, que se apresentam por meio de alterações fisiológicas e bioquímicas das plantas doadoras (ŠTEFANČIČ *et al.*, 2007; OSTERC; ŠTAMPAR, 2011). Como consequências tem sido registrada a perda da capacidade de enraizamento (OSTERC *et al.*, 2009; OSTERC; ŠTAMPAR, 2011; HUSEN, 2012; WENDLING *et al.*, 2014a), do vigor radicial (BITENCOURT *et al.*, 2009) e do vigor vegetativo (MCGRANAHAN *et al.*, 1999), limitando muitas vezes, a expansão das florestas clonais (WENDLING *et al.*, 2015).

A produção de mudas de espécies arbóreas nativas tem sido um dos grandes desafios encontrados para a restauração de ecossistemas degradados (KRATZ *et al.*, 2016). O crescente aumento na demanda por mudas florestais

nativas (RIBEIRO-OLIVEIRA; RANAL, 2014), somado às limitações na produção, coleta, beneficiamento e germinação de sementes, além da falta de conhecimento técnico sobre a produção de mudas de qualidade, torna o processo ainda mais dificultoso (CARPANEZZI; CARPANEZZI, 2006) gerando, assim, uma lacuna no fornecimento de mudas de espécies importantes para tais finalidades.

Muito tem se discutido a respeito da utilização da propagação vegetativa como alternativa à produção de mudas em espécies nativas. No entanto, a falta de conhecimento do potencial de utilização e de tecnologias de produção, bem como o manejo de espécies arbóreas nativas, seja para fins produtivos ou ambientais, tem sido os grandes limitantes à sua aplicação (STUEPP *et al.*, 2017). A utilização de técnicas como a miniestaquia tem subsidiado uma evolução na silvicultura clonal com aumento da produtividade, homogeneização dos plantios e, principalmente, qualificação dos produtos de origem florestal (BRONDANI *et al.*, 2010; WENDLING *et al.*, 2010; BACCARIN *et al.*, 2015; KRATZ *et al.*, 2015).

A avaliação silvicultural de *Piptocarpha angustifolia* é ainda pouco conhecida, embora a espécie apresente crescimento satisfatório em condições de regeneração natural (CARVALHO, 2006). Sua produtividade foi estimada em $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ aos 7 anos de idade (SEITZ, 1976). Por outro lado, a avaliação do crescimento de mudas clonais a campo é ainda inexistente, assim como a produção de mudas clonais com qualidade adequada para tal finalidade.

Com base no exposto, o presente trabalho teve como objetivo aprofundar o estudo a respeito do processo de propagação assexuada de *Piptocarpha angustifolia*, avaliando a técnica de miniestaquia na produção de mudas, manutenção da juvenilidade dos propágulos e desempenho silvicultural da espécie em condições de campo.

O primeiro capítulo consta de uma revisão de literatura com o objetivo de combinar conceitos teóricos e práticos aplicados na propagação vegetativa, além de um levantamento bibliográfico acerca do estado da arte das técnicas de macropropagação aplicadas à silvicultura clonal em espécies arbóreas nativas.

O segundo capítulo descreve o efeito de sucessivas coletas de miniestacas em minijardim clonal de *Piptocarpha angustifolia* em diferentes épocas do ano sobre a maturação e o potencial de multiplicação da espécie, por meio da avaliação da

sobrevivência e produtividade das minicepas, enraizamento, vigor radicial e taxa de multiplicação das miniestacas.

O terceiro capítulo avalia o efeito de diferentes composições de substratos renováveis à base de fibra de coco e casca de arroz carbonizada em diferentes estações do ano na qualidade de mudas clonais de *Piptocarpha angustifolia*.

O quarto capítulo relata a sobrevivência e o vigor de crescimento a campo de mudas clonais de *Piptocarpha angustifolia* em função de duas alturas de mudas no momento da expedição.

2 CARACTERIZAÇÃO E IMPORTÂNCIA DA ESPÉCIE

Piptocarpha angustifolia Dusén ex Malme, conhecida popularmente como vassourão-branco, vassourão-cavalo ou apenas vassourão, tem sua ocorrência natural na formação de Floresta Ombrófila Mista, desde o estado de São Paulo até Rio Grande do Sul, onde ocorre como espécie secundária inicial, sendo muito utilizada na recuperação de ecossistemas alterados devido ao seu bom desenvolvimento sobre solos com elevado índice de degradação (SEITZ, 1976; CARVALHO, 2003; 2006).

Apresenta folhas simples, glabras na face superior e densamente pubescentes na face inferior, de 7 a 9 cm de comprimento por 7 a 15 mm de largura, inflorescências em capítulos axilares, solitários ou em grupos de duas a três, com seis a oito flores de cor paleácea. Trata-se de uma espécie arbórea perenifólia, heliófita e seletiva higrófito, facilmente encontrada em áreas que passaram por alguma intervenção antrópica, portanto típica de formações secundárias, principalmente as situadas em vales e encostas úmidas (CARVALHO, 2003; 2006). É uma espécie monóica, produz anualmente grande quantidade de sementes facilmente disseminadas pelo vento (FOSSATI, 2007; FOSSATI; NOGUEIRA, 2009).

Tem seu florescimento entre meados de outubro a dezembro (SEITZ, 1976), podendo se estender até janeiro (CARVALHO, 2003), ou ainda apresentar um atraso no período de floração, com início em dezembro e término em janeiro (MANTOVANI *et al.*, 2003). Já o amadurecimento dos seus frutos ocorre entre os

meses de novembro a fevereiro (CARVALHO, 2003), podendo ocorrer também logo após a floração, no mês de janeiro (MANTOVANI *et al.*, 2003).

Como ocorre em diversas espécies nativas, do ponto de vista botânico, é trabalhoso distinguir o que é fruto e o que é semente em *Piptocarpha angustifolia*. Há erros comuns de classificação denominando frutos como sementes; no entanto, com uma observação detalhada, percebe-se que a semente vem acompanhada de outras estruturas de proteção ou dispersão, que não são separadas na propagação (FLOSS, 2004). Por este motivo, a unidade de dispersão de *Piptocarpha angustifolia* é denominada de cipsela, que se refere ao conjunto do fruto, o qual pode conter ou não a semente aderida e as “franjas” de disseminação chamadas de pappus, forma em que são colhidas e utilizadas para fins de germinação (SEITZ, 1976; FOSSATI, 2007). Este é um dos principais problemas na propagação sexuada de *Piptocarpha angustifolia*.

A espécie apresenta produção de sementes irregular e de difícil coleta, devido principalmente as pequenas dimensões de suas unidades de reprodução, menores que 3 mm, além da baixa porcentagem de germinação, atrelada geralmente à imaturidade do embrião (SEITZ, 1976; CARVALHO, 2003). Apesar de seus reduzidos índices de germinação, em torno de 10%, pode alcançar entre 120.000 e 130.000 plântulas Kg⁻¹ de sementes (SEITZ, 1976).

Piptocarpha angustifolia é uma espécie secundária inicial (CARVALHO, 2003; FOSSATI; NOGUEIRA, 2009), ocorre predominantemente em florestas virgens ou capoeiras (SEITZ, 1976), sendo comum também em clareiras e capoeirões (KLEIN; HATSCHBACH, 1962). Tem ocorrência associada às florestas de araucária, se restringindo às regiões mais elevadas do planalto sul-brasileiro, em altitudes entre 500 e 1.200 m (SEITZ, 1976), podendo alcançar até 1.900 m de altitude, no sul de Minas Gerais (FRANÇA; STEHMANN, 2004). Essa associação com *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze lhe atribui também resistência a temperaturas amenas, não sofrendo danos com a ocorrência de geadas frequentes (CARVALHO, 2006).

Os registros de ocorrência natural de *Piptocarpha angustifolia* tem indicado sua preferência por solos bem drenados; contudo, sem exigências físico-químicas específicas (REITZ; KLEIN, 1964), ocorrendo com frequência em solos degradados, até mesmo sob condições mínimas de estabelecimento como em áreas

antropizadas, com horizonte C exposto e compactado (SEITZ, 1976). Suas características de espécie secundária inicial se evidenciam também na sua preferência em se estabelecer sobre solos minerais, com baixo teor de nitrogênio (WESTMAN *et al.*, 1975).

Apresenta características ortotrópicas, rápido crescimento, madeira de qualidade para diversos fins e histórico favorável de desdobro e beneficiamento na indústria madeireira, podendo alcançar de 15 a 25 m de altura quando adulta (FOSSATI, 2007), ou ainda 30 metros de altura sob condições adequadas (SEITZ, 1976). Seu tronco é liso e comumente ultrapassa os 40 cm de diâmetro (CARVALHO, 2006). Além de seu fuste retilíneo, outra característica favorável à silvicultura da espécie é sua capacidade de supressão dos ramos mais velhos à medida que cresce, conhecida também como desrama natural, podendo formar longos fustes sem ramificações (SEITZ, 1976), muito comum em espécies do gênero *Eucalyptus* L'Her. (KLEINPAUL *et al.*, 2005). Além disso, sua utilização com duplo propósito (restauração de ecossistemas degradados e produção de madeira) torna a espécie ainda mais interessante, possibilitando a utilização de áreas degradadas para fins produtivos (SEITZ, 1976).

Sua madeira é leve (0,40 a 0,57 g cm⁻³ a 15% de umidade), macia, com tecido frouxo, pouco resistente, apresentando baixa durabilidade quando exposta ao tempo, com alborno e cerne praticamente indistintos (SEITZ, 1976; TEIXEIRA, 1977; CARVALHO, 2006). Apresenta amplo histórico de aplicação para usos internos, principalmente na construção civil, na produção de chapas de madeira compensada e aglomerado, bem como para uso energético como lenha (SEITZ, 1976). Além disso, possui características ornamentais destacáveis, principalmente por sua copa prateada; no entanto, sua principal utilização está relacionada à recomposição de ecossistemas degradados, geralmente em plantios mistos (REITZ *et al.*, 1979; INOUE *et al.*, 1984; FERRIANI, 2009).

Seu desenvolvimento em condições de viveiro é ainda pouco conhecido. Relatos indicam que seu desenvolvimento a pleno sol tende a ser mais lento que em condições de sombreamento natural. A avaliação de mudas conduzidas sob condições de sombreamento de regeneração natural e sob condições de pleno sol mostrou um maior desenvolvimento em condições de sombreamento, onde as plantas alcançaram até 170 cm, enquanto as demais apresentaram altura média de 40 cm.

Essas informações indicam a característica umbrófila desta espécie em estádios iniciais de desenvolvimento, fato verificado também na sua ligeira preferência por encostas menos expostas aos raios solares (SEITZ, 1976).

Assim como em viveiro, avaliações a campo são escassas. Trata-se de uma espécie de sistema radicular profundo, podendo, sob condições adequadas, alcançar até 2 m de profundidade, o que poderia ser o indicativo de uma exigência quanto às condições de sítio (combinação de condições biológicas, climáticas e edáficas). Assim, deve-se tomar a devida atenção principalmente em plantios com finalidades comerciais, para o qual recomendam-se solos férteis e profundos (SEITZ, 1976). O mesmo autor recomenda também a aplicação de espaçamentos não inferiores a 2 x 2 m, podendo ser utilizados espaçamentos inferiores quando da finalidade de restauração de ecossistemas degradados.

O pouco conhecimento a respeito da silvicultura de *Piptocarpha angustifolia* tem ampliado, ao longo dos anos, a lacuna entre suas funções e potenciais econômicos e ecológicos e sua real utilização. No Brasil, são inexistentes plantios com fins comerciais para a espécie; sua produção de mudas por via seminal para fins ecológicos é escassa devido as limitações verificadas em seu processo de reprodução sexuada (SEITZ, 1976; CARVALHO, 2003).

Na busca por minimizar tais deficiências no processo de propagação da espécie, a utilização de técnicas de propagação vegetativa para a obtenção de mudas com fins específicos tem se mostrado uma alternativa interessante para *Piptocarpha angustifolia* (FERRIANI *et al.*, 2008; 2011; STUEPP *et al.*, 2016; 2017). A propagação assexuada ou vegetativa possibilita a ampliação do uso de espécies florestais nativas, por meio da seleção de espécies ou indivíduos que tenham como característica um rápido desenvolvimento, de fácil trabalhabilidade, desdobro e beneficiamento de sua madeira e que, sobretudo, apresente uma madeira de boa qualidade que possa ser apreciada para diversos fins.

Em estudos avaliando o enraizamento de estacas caulinares de *Piptocarpha angustifolia*, Ferriani *et al.* (2008) verificaram não haver emissão de raízes adventícias neste tipo de material, independentemente das estações climáticas em que as brotações do ano foram coletadas e das concentrações do regulador vegetal utilizadas, com mortalidade total das estacas nas estações do

verão e inverno. Estes resultados indicam claramente a maturidade associada aos propágulos provenientes de plantas adultas desta espécie.

Com a ampliação do conhecimento acerca da maturação em espécies nativas, associada a evolução das técnicas de propagação vegetativa, principalmente com o surgimento e consolidação da miniestaquia, novos horizontes se abriram para espécies de interesse silvicultural. Os primeiros registros de resultados com relação à implantação de minijardim de *Piptocarpha angustifolia* mostram produtividade média de 419,88 miniestacas m^{-2} $mês^{-1}$ em sistema semi-hidropônico, utilizando minicepas de origem seminal (FERRIANI *et al.*, 2011). A utilização de minicepas de origem adulta proporcionou percentuais de sobrevivência e produtividade de miniestacas semelhantes aos verificados para minicepas seminais, alcançando uma média de 556,75 miniestacas m^{-2} $mês^{-1}$, acréscimo possivelmente associado ao maior vigor dos materiais resgatados, uma vez que os clones foram selecionados de matrizes adultas com características fenotípicas de interesse silvicultural (STUEPP *et al.*, 2017).

A técnica de miniestaquia mostrou-se eficiente também na produção de propágulos aptos ao enraizamento em *Piptocarpha angustifolia*. As maiores porcentagens de enraizamento de *Piptocarpha angustifolia* foram verificadas na primavera e inverno, com 45,0% de miniestacas enraizadas (FERRIANI *et al.*, 2011), e na primavera com 71,2% de miniestacas enraizadas (STUEPP *et al.*, 2017), ambas sem a aplicação de reguladores vegetais. No entanto, a maior taxa de multiplicação avaliada para a espécie foi verificada no verão, com 175,1 mudas m^{-2} $mês^{-1}$, resultado associado a maior produtividade de miniestacas em minijardim clonal nesta estação (STUEPP *et al.*, 2017).

Os resultados verificados até o momento evidenciam o elevado potencial de utilização da espécie para fins tanto de silvicultura comercial, como na restauração de ecossistemas degradados (FERRIANI *et al.*, 2011; STUEPP *et al.*, 2016; 2017); no entanto, a eficiência no sistema de propagação é ainda insuficiente para sua recomendação para fins produtivos. É imprescindível a avaliação de um sistema de produção de mudas mais completo, envolvendo padrões básicos de produção, os quais vão deste a recomendação de métodos de resgate vegetativo de materiais genéticos superiores até a avaliação de seu desempenho a campo.

Pouco se sabe a respeito da qualidade de mudas clonais de *Piptocarpha angustifolia*. Estudos recentes mostram que a utilização de composições mistas de substratos à base de fibra de coco e casca de arroz carbonizada favorecem a sobrevivência de mudas após 130 dias (STUEPP *et al.*, 2016). Os mesmos autores afirmam ainda que o aumento das proporções de casca de arroz carbonizada a partir de 50% na formulação do substrato favorece a melhora dos índices de qualidade caulinar e radicial.

Assim como na maior parte das espécies florestais nativas, avaliações do desempenho de mudas clonais de *Piptocarpha angustifolia* em condições de campo são ainda inexistentes. Sua utilização, seja para fins produtivos ou ambientais, fica na dependência da comprovação de seu potencial de sobrevivência e crescimento a campo.

3 CAPÍTULO I: PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E APLICAÇÃO DA SILVICULTURA CLONAL EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS

RESUMO

A silvicultura clonal tem revolucionado o setor florestal brasileiro, embora poucos estudos têm avaliado o potencial silvicultural de espécies nativas do Brasil. A utilização de espécies nativas na silvicultura pode ser dividida de acordo com seus objetivos, para fins comerciais ou ambientais. Para que haja sucesso em sua aplicação é necessário um entendimento das etapas que precedem a recomendação destas espécies. Em vista disso, esta revisão propõe discorrer sobre alguns conceitos teóricos e práticos aplicados à macropropagação e silvicultura clonal em espécies arbóreas nativas, apresentando um levantamento bibliográfico detalhado acerca do estado da arte relativo a estes temas. A compreensão dos mecanismos envolvidos na maturação em espécies lenhosas, relacionados principalmente aos efeitos da idade ontogenética, tem contribuído muito ao processo de propagação de espécies florestais, direcionando a aplicação de técnicas mais eficientes, de acordo com os objetivos propostos. Os índices de enraizamento de brotações juvenis e adultas têm evidenciado a importância das características de idade ontogenética dos propágulos sobre tal variável. Verifica-se a necessidade de uma adequada seleção de materiais genéticos de qualidade para fins comerciais ou, com níveis de variabilidade genética adequados para fins ambientais. A utilização eficaz de metodologias de propagação vegetativa que visem a recomendação de espécies nativas para fins silviculturais deve ser bem estabelecida tecnicamente, pois embora apresentem porcentuais de enraizamento promissores, podem deixar de ser efetivas com o passar do tempo, não cumprindo os objetivos propostos.

Palavras-chave: alporquia, estaquia, enxertia, miniestaquia, rejuvenescimento de espécies florestais, resgate vegetativo.

VEGETATIVE PROPAGATION AND APPLICATION OF CLONAL FORESTRY IN NATIVE BRAZILIAN TREE SPECIES

ABSTRACT

Clonal forestry has revolutionized the Brazilian forestry sector, although few studies have evaluated the forestry potential of native species from Brazil. The use of native species in forestry can be divided according to their objectives, for commercial or environmental purposes. To be successful in its application it is necessary an understanding of the steps that precede the recommendation of these species. So, this review proposes to expose some theoretical and practical concepts applied in the vegetative propagation and clonal forestry, presenting a literature review about the state of the art of this theme. Understanding the mechanisms involved in the maturation of woody species, mainly related to the effects of ontogenetic age, has contributed much to the process of forest species propagation, indicating the application of more efficient techniques, according to the proposed objectives. The rooting rates between juvenile and adult shoots have shown the importance of ontogenetic age characteristics of propagules on this variable. There is a clear need for suitable selection of qualified genetic materials for commercial purposes or with suitable levels of genetic variability for environmental purposes. The efficient use of vegetative propagation methods that aim the recommendation of native species for forestry purposes should be well established technically, because although presenting promising percentages of rooting, may no longer be effective over time, not meeting the proposed objectives.

Key words: air layering technique, cuttings, grafting, minicuttings technique, rejuvenation of forest species, vegetative rescue.

3.1 INTRODUÇÃO

Muito tem sido discutido a respeito de espécies consagradas pela silvicultura brasileira, principalmente dos gêneros *Eucalyptus* L'Her. e *Pinus* L. (XAVIER *et al.*, 2010; 2013). No entanto, poucos estudos têm buscado o desenvolvimento de ações de pesquisa relativas a silvicultura de espécies nativas do Brasil, as quais, com poucas exceções, não conseguem ultrapassar os estádios experimentais.

A utilização de espécies nativas na silvicultura pode ser dividida de acordo com seus objetivos, de maneira genérica, para fins comerciais (produtos madeireiros e não madeireiros) e para fins ambientais (restauração de ecossistemas florestais). No caso específico da silvicultura clonal, alguns aspectos devem ser ponderados para que sua utilização para fins ambientais não seja incoerente (CARPANEZZI; CARPANEZZI, 2006), principalmente a garantia de manutenção de uma variabilidade genética adequada nos plantios clonais.

A falta de conhecimento do potencial de utilização e de tecnologias de produção, bem como o manejo de espécies arbóreas nativas, seja para fins produtivos ou ambientais, tem sido os grandes fatores limitantes à sua aplicação na silvicultura clonal. Não se trata apenas do processo de propagação, mas sim da adequada seleção de materiais genéticos de qualidade ou com níveis de variabilidade genética suficiente para os fins propostos.

Para o uso promissor de espécies nativas na silvicultura clonal, deve haver um pleno entendimento das etapas que a precedem, dentre as quais o resgate vegetativo e o estabelecimento de padrões básicos para alcançar os objetivos almejados. A aplicação de técnicas de resgate vegetativo em espécies nativas tem elucidado alguns aspectos preponderantes no sucesso da silvicultura clonal, relacionados, principalmente aos efeitos da idade ontogenética em plantas arbóreas. Em se tratando da propagação vegetativa pela estaquia, a utilização de brotações de copa, com idade ontogenética avançada, tem resultado em reduzidos percentuais de enraizamento de propágulos (FERRIANI *et al.*, 2008; SANTOS *et al.*, 2011; CIRIELLO; MORI, 2015). Por outro lado, a utilização de brotações basais, espontâneas ou induzidas, tem possibilitado a propagação vegetativa com índices

satisfatórios de enraizamento, gerando assim maior eficiência no resgate vegetativo destas espécies (BITENCOURT *et al.*, 2009; RICKLI *et al.*, 2015).

O uso de materiais provenientes de brotações rejuvenescidas na propagação vegetativa de espécies arbóreas nativas já era recomendado em meados do século passado (BAPTIST, 1939), assim como o conhecimento das consequências da utilização de brotos basais e de copa (BAPTIST, 1939; MUZIK; CRUZADO, 1956; 1958). Evidentemente, para objetivos que não preconizem a maturidade dos propágulos, a propagação vegetativa é facilmente obtida com a utilização de propágulos juvenis, seja de plantas jovens, ou mesmo de brotações epicórmicas basais (HERNANDEZ *et al.*, 2013; DIAS *et al.*, 2015b).

Se aplicada de maneira coerente, a propagação vegetativa pode ser uma excelente alternativa para produção de mudas para fins ambientais, suprimindo a menor variabilidade genética com a utilização de um número maior de matrizes para a produção dos propágulos iniciais (WENDLING *et al.*, 2005; CARPANEZZI; CARPANEZZI, 2006). Desta forma, pode-se viabilizar a inserção de espécies que apresentam limitações na propagação seminal, tais como indisponibilidade de sementes, elevado custo para aquisição de sementes, baixos percentuais de germinação e o longo período necessário para a produção de mudas seminais em programas de restauração de ecossistemas degradados (OLIVEIRA; RIBEIRO, 2013).

Com base no exposto, o objetivo desta revisão é combinar conceitos teóricos e práticos aplicados na propagação vegetativa, bem como apresentar um levantamento bibliográfico acerca do estado da arte das técnicas de macropropagação aplicadas à silvicultura clonal em espécies arbóreas nativas.

3.2 CONCEITOS E TERMINOLOGIAS

Visando padronizar termos técnicos e científicos usuais em estudos abordando a propagação vegetativa e silvicultura clonal de espécies arbóreas nativas, diferentes conceitos e terminologias foram reunidos e apresentados aqui.

Alporquia: também conhecida como *mergulhia aérea*, consiste na indução do enraizamento adventício em partes de uma planta sem que haja o desligamento da planta matriz (HARTMANN *et al.*, 2011);

Anelamento parcial ou semianelamento: consiste na remoção de um anel da casca de espessura variável, em qualquer proporção, desde que menor que 100% da circunferência do tronco;

Anelamento total: consiste na remoção de um anel da casca, de espessura variável, em toda a circunferência do caule;

Brotações epicórmicas: são aquelas provenientes de gemas latentes, seja naturalmente, seja pela indução por poda ou anelamento (MEIER *et al.*, 2012; MORISSET *et al.*, 2012);

Clonagem: conhecida também como propagação clonal ou propagação vegetativa, consiste na produção de organismos geneticamente idênticos a partir de células somáticas de um organismo individual (HARTMANN *et al.*, 2011);

Clone: termo usado para designar um indivíduo propagado por via assexuada (LOPES, 2003);

Decepa: consiste na remoção total da copa da árvore por meio do corte raso do tronco à uma altura variável;

Enxertia: consiste na união entre tecidos de duas plantas distintas, porta-enxerto e enxerto, com o objetivo de produzir uma única planta (clone) (HARTMANN *et al.*, 2011);

Espécies arbóreas nativas: refere-se a todas as espécies com características arbóreas, de ocorrência natural dentro do perímetro territorial brasileiro;

Estaquia: consiste em promover o enraizamento de partes de uma planta, podendo ser ramos, raízes ou folhas (FERRARI *et al.*, 2004);

Jardim clonal: consiste em um conjunto de plantas de origem clonal ou seminal, plantadas diretamente no solo em condições de campo ou viveiro, destinadas à produção de propágulos geneticamente superiores, com manejo nutricional e poda, determinados de acordo com a espécie (XAVIER *et al.*, 2013);

Maturação: refere-se a um processo contínuo que resulta em mudanças relativamente estáveis envolvendo redução na taxa de crescimento, expressão de características reprodutivas e alterações morfológicas (GREENWOOD *et al.*, 1989)

que são mantidas mesmo sob a melhoria das condições fisiológicas (ROBINSON; WAREING, 1969). Tem sido também denominada de mudança de fase (OLESEN, 1978; GREENWOOD, 1995), envelhecimento (HACKETT, 1987), envelhecimento ontogenético (OLESEN, 1978; GREENWOOD, 1995), ontogenia, ciclófise e envelhecimento meristemático (OLESEN, 1978), pois ocorre nos meristemas (HACKETT, 1987; GREENWOOD, 1995), podendo assim, em uma mesma árvore existirem diferentes níveis de maturação (WENDLING *et al.*, 2014a);

Miniestaquia: inicialmente era pensada como uma técnica de propagação com origem na utilização de brotações de plantas propagadas pelo método de estaquia como fonte de propágulos (FERRARI *et al.*, 2004). No entanto, outras definições foram incorporadas com o tempo, até mesmo com a utilização de minicepas seminais (XAVIER *et al.*, 2003a, b). Assim, em termos atuais, **miniestaquia** refere-se à técnica de propagação baseada na utilização de propágulos caulinares, de comprimento variável, provenientes de minijardim clonal, podendo este ser composto por minicepas seminais ou clonais;

Minijardim clonal: consiste em um conjunto de plantas de origem clonal ou seminal, estabelecidos em ambientes protegidos, sob condição de manejo de poda e nutrição controlados de acordo com as características da espécie (XAVIER *et al.*, 2013);

Produtos florestais não madeireiros: consistem em todo o material biológico de origem vegetal não-lenhoso, ou seja, exceto a madeira, extraídos de florestas plantadas ou naturais (BEER, 1990; SANTOS *et al.*, 2003).

Propagação massal: consiste na aplicação de técnicas de clonagem em escala, com objetivo de produção de grandes quantidades de mudas de um mesmo clone;

Rejuvenescimento: refere-se à reversão da maturação durante a reprodução sexual e formação embrionária, ou pela aplicação de tratamentos culturais, como poda, micropropagação, enxertia ou estaquia seriada, ou mesmo pela aplicação de reguladores vegetais (WENDLING *et al.*, 2014a). O rejuvenescimento completo só é obtido por meio da reprodução sexual (HACKETT, 1987; HARTMANN *et al.*, 2011), não havendo confirmações científicas de que este possa ser obtido por outros meios (WENDLING *et al.*, 2014a);

Regulador vegetal: refere-se a substâncias sintéticas com efeitos semelhantes aos hormônios vegetais, que em pequenas quantidades podem controlar o crescimento e desenvolvimentos dos vegetais (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Resgate vegetativo: consiste na obtenção de uma ou mais mudas clonais provenientes de uma planta matriz adulta selecionada, independentemente do tipo de propágulo e da técnica de propagação vegetativa aplicada;

Revigoroamento: refere-se à restauração do vigor de uma planta, ou parte dela, com base em manejo hídrico, nutricional ou fitossanitário (WENDLING; XAVIER, 2001; XAVIER *et al.*, 2013; WENDLING *et al.*, 2014a);

Silvicultura clonal: compreende todo o processo de formação de uma floresta clonal, incluindo a seleção de árvores com características superiores, seu resgate vegetativo e multiplicação, avaliação em testes clonais, viabilização da produção massal de mudas clonais e o estabelecimento de florestas clonais com base nos melhores genótipos avaliados (XAVIER; SILVA, 2010; XAVIER *et al.*, 2013);

3.3 INDUÇÃO DE BROTAÇÕES JUVENIS EM ESPÉCIES NATIVAS

A utilização de técnicas de indução de brotações basais em plantas adultas tem sido cada vez mais frequente no resgate vegetativo de genótipos superiores. Seu uso vem sendo aplicado com frequência em espécies arbóreas nativas, visando a indução (produção) de brotos juvenis, mais aptos à propagação vegetativa, principalmente ao enraizamento adventício (BITENCOURT *et al.*, 2009; DIAS *et al.*, 2015b; RICKLI *et al.*, 2015), eliminando muitas vezes a necessidade de aplicação de reguladores vegetais (RICKLI *et al.*, 2015; STUEPP *et al.*, 2015).

A indução de brotações basais em espécies arbóreas nativas tem sido alcançada basicamente pelas técnicas de decepa, anelamento, semi-anelamento e podas drásticas (XAVIER *et al.*, 2013). Cada técnica deve ser avaliada individualmente para a espécie/clone a qual se almeja resgatar, buscando, sempre que possível, aplicar a técnica com maior eficiência e com menor dano à planta matriz, garantindo assim a integridade desta.

3.3.1 Decepa

A decepa pode ser realizada em diferentes alturas, variando sempre em função da capacidade de rebrota das matrizes ao longo do caule. Como a finalidade é a propagação vegetativa, a realização desta técnica tende a ser mais eficiente a medida que é aplicada mais próxima a base do tronco principal, em virtude da menor maturação das gemas presentes nesta região (HARTMANN *et al.*, 2011; WENDLING *et al.*, 2014b).

A utilização da técnica de decepa tem sido eficiente na indução de brotações epicórmicas em diversas espécies arbóreas nativas (SAMPAIO *et al.*, 2007; SANTIN *et al.*, 2008; DIAS *et al.*, 2015b). Contudo, em grande parte dos estudos, a avaliação da produtividade e vigor destas cepas não é apresentada, sendo muitas das vezes a decepa executada apenas com o objetivo de produção de brotações epicórmicas, onde o foco é somente a propagação por estaquia (STUEPP *et al.*, 2015); em outros casos a técnica é utilizada como método de revigoração de plantas adultas (SCHUCH; LAZZARI, 1985; MEDRADO *et al.*, 2002), ou mesmo, como técnica de manejo de rebrota (SAMPAIO *et al.*, 2007).

Independente da finalidade a qual é empregada, a decepa tem apresentado excelentes perspectivas. Sua eficácia em *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg. é descrita com o objetivo de substituição de copa por meio da enxertia, realizada a 2,5 m de altura (PEREIRA; CARMO, 1985; PINHEIRO *et al.*, 1988; EMBRAPA, 1989). Em *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil., sua utilização tem sido tanto para a recuperação de plantios degradados (SCHUCH; LAZZARI, 1985; MEDRADO *et al.*, 2002; SANTIN *et al.*, 2008), quanto para produção de propágulos vegetativos para enraizamento (BITENCOURT, 2009; STUEPP *et al.*, 2016a), em ambos os casos, com elevada eficiência na indução de brotações epicórmicas (Tabela 1.1).

Em *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze a decepa tem sido aplicada exclusivamente com a finalidade de propagação vegetativa, seguindo os princípios da maturação de plantas lenhosas, com finalidade madeireira (WENDLING *et al.*, 2014a). Para esta espécie, sua realização tem sido

recomendada a 20 cm do solo (WENDLING *et al.*, 2009; WENDLING; BRONDANI, 2015).

A eficácia da decepa na indução de brotações epicórmicas foi comprovada também para *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (DIAS *et al.*, 2015b), *Calophyllum brasiliense* Cambess. (KRATZ *et al.*, 2016), *Vochysia bifalcata* Warm. (RICKLI *et al.*, 2015), *Eugenia uniflora* O.Berg (PEÑA PEÑA, 2014), *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth. (FONSECA *et al.*, 1991), *Feijoa sellowiana* (O.Berg) O.Berg (MIELKE *et al.*, 1994), *Aniba rosaeodora* Ducke (SAMPAIO *et al.*, 1989; SAMPAIO *et al.*, 2005; SAMPAIO *et al.*, 2007), *Tabebuia cassinoides* DC. (BERNHARDT, 2003), *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish (MELO *et al.*, 2012) e *Campomanesia xanthocarpa* O.Berg (TELEGINSKI, 2016) (Tabela 1.1).

TABELA 1.1 APLICAÇÕES DA TÉCNICA DE DECEPA NA INDUÇÃO DE BROTAÇÕES JUVENIS EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS.

Idade ¹	Altura ² (cm)	Época	Eficiência ³ (%)	Finalidade ⁴	Espécie	Referência
3-5	20	Outubro	90,0	Estaquia	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	DIAS <i>et al.</i> , 2015b
Adulta ⁵	-	Junho	-	Estaquia	<i>Aniba rosaeodora</i>	SAMPAIO <i>et al.</i> , 1989
19	100	-	-	Manejo de rebrota	<i>Aniba rosaeodora</i>	SAMPAIO <i>et al.</i> , 2005
36	-	-	-	Manejo de rebrota	<i>Aniba rosaeodora</i>	SAMPAIO <i>et al.</i> , 2007
26	20	Julho	60,0	Estaquia	<i>Araucaria angustifolia</i>	WENDLING <i>et al.</i> , 2009 WENDLING; BRONDANI, 2015
14	30	Outubro	100,0	Estaquia	<i>Calophyllum brasiliense</i>	KRATZ <i>et al.</i> , 2016
Adulta ⁵	50 e 100	Abril	-	Estaquia	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	TELEGINSKI, 2016
7	-	-	-	Estaquia	<i>Dalbergia nigra</i>	FONSECA <i>et al.</i> , 1991
6	15, 30, 45 e 60	Dezembro	-	Estaquia	<i>Eremanthus erythropappus</i>	MELO <i>et al.</i> , 2012
-	15-20	Novembro	50,0	Estaquia	<i>Eremanthus erythropappus</i>	REZENDE, 2007
4,6	10 e 30	Agosto	-	Estaquia	<i>Eugenia uniflora</i>	PEÑA PEÑA, 2014
17	60	Inverno	-	Estaquia	<i>Ilex paraguariensis</i>	BITENCOURT <i>et al.</i> , 2009
3	-	Junho	-	Mergulhia	<i>Feijoa sellowiana</i>	MIELKE <i>et al.</i> , 1994
17 e 80	15, 30 e 60	Inverno e verão	97,2	Estaquia	<i>Ilex paraguariensis</i>	STUEPP <i>et al.</i> , 2015; 2016a; 2017a
25	-	Inverno	-	Manejo de rebrota	<i>Tabebuia cassinoides</i>	BERNHARDT, 2003
-	150	Março	-	Estaquia	<i>Vochysia bifalcata</i>	RICKLI <i>et al.</i> , 2015

¹Idade – idade estimada da planta matriz (anos); ²Altura da decepa (cm); ³Eficiência - percentual de matrizes com emissão de brotos após a aplicação da técnica de decepa; ⁴Finalidade - objetivo ao qual a técnica foi aplicada; ⁵Adulta - Planta em estágio reprodutivo; - Não consta a informação.

3.3.2 Anelamento total e parcial do tronco

De maneira semelhante à decepa (Tabela 1.1), o anelamento total ou parcial pode ser realizado em diferentes alturas, sempre atentando ao aumento de maturidade das brotações obtidas, à medida que se afasta da base do tronco no sentido do ápice (HARTMANN *et al.*, 2011; WENDLING *et al.*, 2014b) (Figura 1.1). As técnicas de anelamento vêm ao encontro da necessidade de práticas menos danosas à planta matriz, muitas vezes com baixo vigor, seja pela idade avançada, características genéticas ou mesmo condições fitossanitárias, quando a decepa se torna uma técnica impraticável (DIAS *et al.*, 2015b; STUEPP *et al.*, 2015).

Os resultados até o momento para a aplicação da técnica de anelamento têm sido promissores. Contudo, em comparação à decepa, os resultados apresentam de maneira geral, uma menor produtividade de brotações basais (DIAS *et al.*, 2015b; STUEPP *et al.*, 2015, 2016a; KRATZ *et al.*, 2016). Mesmo assim, em se tratando de resgate vegetativo de plantas de elevado valor genético, ambas as técnicas são essenciais pela menor interferência na planta matriz e maiores garantias de sobrevivência das mesmas (KRATZ *et al.*, 2016).

A avaliação da eficiência do anelamento total em espécies nativas na emissão de brotações epicórmicas está descrita para *Anadenanthera macrocarpa* (DIAS *et al.*, 2015b), *Calophyllum brasiliense* (KRATZ *et al.*, 2016), *Campomanesia xanthocarpa* (TELEGINSKI, 2016), *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish (REZENDE, 2007), *Ilex paraguariensis* (SANTIN *et al.*, 2008; STUEPP *et al.*, 2015; 2016a; 2017a) (Tabela 1.2). Um fator limitante à aplicação da técnica de anelamento total é a dificuldade em realizá-la sem atingir diretamente o câmbio (KRATZ *et al.*, 2016), destacando que a técnica por si só causa danos graves e permanentes às plantas aneladas (MEI *et al.*, 2015). Por outro lado, a aplicação adequada da técnica de anelamento pode promover a cicatrização parcial ou total do ferimento, justificando sua utilização no resgate vegetativo como garantia de manutenção das plantas matrizes vivas (SANTIN *et al.*, 2008; BITENCOURT, 2009).

O anelamento parcial é ainda menos utilizado que o anelamento total, em geral, pela baixa especificidade dos trabalhos de pesquisa com resgate de espécies

arbóreas nativas, com disponibilidade de grande número de indivíduos e pouco ou nenhum melhoramento genético atribuído às matrizes, podendo assim, utilizar técnicas mais invasivas e comprovadamente mais eficientes, como a decepa ou o anelamento total. Apesar da menor aplicação em espécies arbóreas nativas, o anelamento parcial pode ser uma excelente alternativa quando se trabalha com materiais genéticos únicos, onde a perda de uma matriz pode refletir em perdas genéticas irreparáveis (KRATZ *et al.*, 2016). A eficiência na emissão de brotações epicórmicas por anelamento parcial em espécies arbóreas nativas está sempre abaixo daquelas verificadas para anelamento total e decepa (Tabelas 1.1 e 1.2), com a seguinte ordem de eficiência, decepa > anelamento total > anelamento parcial.

Outras técnicas de indução de brotações epicórmicas já foram avaliadas para espécies arbóreas nativas, com destaque para poda de ramos da copa, alocação de ramos destacados em casa de vegetação e envergadura de caule (WENDLING *et al.*, 2009; 2013; RICKLI *et al.*, 2015). A poda de ramos da copa já foi avaliada em *Araucaria angustifolia*, com duas vertentes; a primeira com a poda do ponteiro ortotrópico, realizada no ápice de plantas adultas, removendo-se apenas o ponteiro, com a finalidade de enxertia para florescimento e frutificação precoce (WENDLING *et al.*, 2015; 2016b); a segunda com a poda de ramos plagiotrópicos (galhos laterais), com o objetivo de produção de propágulos para estaquia (WENDLING *et al.*, 2009). A alocação de ramos destacados em casa de vegetação foi aplicada para *Araucaria angustifolia* (WENDLING *et al.*, 2009), *Ilex paraguariensis* (WENDLING *et al.*, 2013) e *Campomanesia xanthocarpa* (TELEGINSKI, 2016), em todos os casos com objetivo de estaquia. Já a envergadura de caule consiste em uma técnica dependente do diâmetro e resistência do caule, geralmente aplicada em plantas mais jovens, registrada na literatura para *Campomanesia xanthocarpa* (TELEGINSKI, 2016), *Eremanthus erythropappus* (REZENDE, 2007) e *Vochysia bifalcata* (RICKLI *et al.*, 2015) (Tabela 1.2).

Assim, como apresentado, as informações a respeito do anelamento total e parcial em espécies nativas são ainda escassas, deixando uma lacuna no que diz respeito ao vigor vegetativo quanto à sua capacidade de emissão de brotações epicórmicas, seja para resgate vegetativo ou revigoramento de plantas senescentes.

TABELA 1.2 APLICAÇÕES DAS TÉCNICAS DE ANELAMENTO TOTAL, ANELAMENTO PARCIAL, PODA DE RAMOS DA COPA, BROTAÇÃO DE RAMOS DESTACADOS DA PLANTA MATRIZ E MANTIDOS EM CASA DE VEGETAÇÃO E ENVERGADURA DE CAULE NA INDUÇÃO DE BROTAÇÕES JUVENIS EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS.

Técnica	Idade ¹	Altura ² (cm)	Época	Eficiência ³ (%)	Finalidade ⁴	Espécie	Referência
Anelamento total	3 e 5	20	Primavera	90,0	Estaquia	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	DIAS <i>et al.</i> , 2015b
	14	30	Primavera	90,0	Estaquia	<i>Calophyllum brasiliense</i>	KRATZ <i>et al.</i> , 2016
	-	50 e 100	Abril	-	Estaquia	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	TELEGINSKI, 2016
	-	15-20	Primavera	0,0	Estaquia	<i>Eremanthus erythropappus</i>	REZENDE, 2007
	30 e 50	20	Primavera	83,3	Revigoração	<i>Ilex paraguariensis</i>	SANTIN <i>et al.</i> , 2008
	17 e 80	30	Inverno e verão	95,8	Estaquia	<i>Ilex paraguariensis</i>	STUEPP <i>et al.</i> , 2015; 2016a; 2017a
Anelamento parcial	14	30	Primavera	30,0	Estaquia	<i>Calophyllum brasiliense</i>	KRATZ <i>et al.</i> , 2016
Poda de ramos da copa	26	Remoção do ponteiro	Inverno	50,0	Enxertia	<i>Araucaria angustifolia</i>	WENDLING <i>et al.</i> , 2009; 2016
	20	20 – 50 ⁵	Primavera	-	Estaquia	<i>Araucaria angustifolia</i>	WENDLING <i>et al.</i> , 2009
	-	-	Abril	-	Estaquia	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	TELEGINSKI, 2016
Brotação de ramos destacados e mantidos em casa de vegetação	20	50	Primavera	2,1	Estaquia	<i>Araucaria angustifolia</i>	WENDLING <i>et al.</i> , 2009
	19	60	Primavera	-	Estaquia	<i>Ilex paraguariensis</i>	WENDLING <i>et al.</i> , 2013
	-	100	Abril	-	Estaquia	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	TELEGINSKI, 2016
Envergadura de caule	-	-	Abril	-	Estaquia	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	TELEGINSKI, 2016
	-	-	Primavera	50,0	Estaquia	<i>Eremanthus erythropappus</i>	REZENDE, 2007
	-	-	Outono	-	Estaquia	<i>Vochysia bifalcata</i>	RICKLI <i>et al.</i> , 2015

¹Idade – idade estimada da planta matriz (anos); ²Altura de aplicação da técnica (cm); ³Eficiência - percentual de matrizes com emissão de brotos após a aplicação da técnica; ⁴Finalidade - objetivo ao qual a técnica foi aplicada; ⁵Comprimento em relação a inserção dos ramos plagiotrópicos no tronco ortotrópico; - Não consta a informação.

3.4 RESGATE VEGETATIVO EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS

O resgate vegetativo em espécies arbóreas nativas pode ser realizado por meio de brotações de copa e de brotações epicórmicas basais. Cada técnica tem suas aplicações, vantagens e desvantagens, conforme descrito a seguir.

3.4.1 Resgate vegetativo a partir de brotações de copa

O resgate vegetativo a partir de brotações de copa em espécies arbóreas nativas tem sido realizado principalmente pela estaquia, alporquia e enxertia. Sua aplicação na silvicultura clonal tem sido vinculada a maturação dos propágulos, ou seja, recomendada para os casos onde o objetivo esteja relacionado a produção de flores, frutos e sementes (Figura 1.1). Suas principais vantagens estão relacionadas justamente à manutenção das características de maturidade associadas aos propágulos provenientes de plantas adultas, assim como suas limitações, principalmente quando associadas à técnica de estaquia, limitando ou inibindo a rizogênese na maioria dos casos (Tabela 1.3). Apesar disso, tem sido o primeiro método aplicado na avaliação da capacidade de enraizamento em nível experimental em espécies nativas, sobretudo pela disponibilidade imediata de material vegetal, em quantidades, e não promovendo danos às plantas matrizes, apresentando resultados positivos para algumas espécies, porém, de maneira geral, inferiores à utilização de brotações basais, ditas epicórmicas.

3.4.1.1 Estaquia de brotações de copa

O resgate vegetativo a partir de brotações de copa ou brotações do ano tem sido utilizado na propagação de espécies arbóreas nativas para fins experimentais (NACHTIGAL *et al.*, 1994; FRANCO *et al.*, 2007; FERREIRA *et al.*, 2014).

Os resultados apresentados até o momento mostram uma grande variação na capacidade de enraizamento por meio deste tipo de propágulo, entre diferentes espécies, idade da planta matriz, condições climáticas (época de aplicação da técnica) e, principalmente, pelo efeito da utilização de reguladores vegetais (BORTOLINI *et al.*, 2008a; MARTINS *et al.*, 2015).

Como pioneiro na silvicultura clonal de espécies nativas, o cacau (*Theobroma cacao* L.) foi uma das primeiras espécies nativas a ter sua capacidade de regeneração de raízes adventícias avaliada (PIKE, 1933; CHEESMAN, 1934). Plantios clonais de *Theobroma cacao* foram usuais nas décadas de 30 e 40, na ilha de Trinidad (PURSEGLOVE, 1968), sendo substituídos por híbridos biclonais (seminais) no final da década de 50 e, retornando apenas na década de 90 como estratégia à substituição de cacauzeiros suscetíveis à vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime & Philips-Mora), propagados então pelos métodos de enxertia e estaquia.

De maneira semelhante, os primeiros estudos com estaquia de brotações do ano de *Hevea brasiliensis* datam de meados do século passado (MENDES, 1959b; KALIL FILHO; OLIVEIRA, 1983; CASTRO *et al.*, 1984; CASTRO *et al.*, 1987). Já os estudos para *Ilex paraguariensis* foram realizados na década de 80 (HIGA, 1983). O maior interesse industrial acerca dos subprodutos advindos da cacauicultura e da heveicultura, principalmente das sementes do cacau e da borracha, levaram a uma evolução significativa nas técnicas de propagação vegetativa destas espécies em comparação a *Ilex paraguariensis* e outras espécies nativas (GONÇALVES; FONTES, 2009; LEONELLO *et al.*, 2012).

Diversos estudos apresentaram resultados negativos para o enraizamento de brotações de copa, muitos dos quais, não alcançaram 1% de estacas enraizadas, como em *Acca sellowiana* (O.Berg) Burret (FRANZON *et al.*, 2004), *Bauhinia rufa* (Bong.) D.Dietr. (RIOS; RIBEIRO, 2014), *Byrsonima verbascifolia* Rich. ex Juss. (COSTA *et al.*, 2013), *Calophyllum brasiliense* (RIOS; RIBEIRO, 2014), *Campomanesia xanthocarpa* (TELEGINSKI, 2016), *Casearia sylvestris* Sw. (SANTOS *et al.*, 2011), *Copaifera langsdorffii* Desf. (RIOS; RIBEIRO, 2014), *Dedropanax cuneatus* (DC.) Decne. & Planch. e *Erythrina falcata* Benth. (SANTOS *et al.*, 2011), *Eugenia uniflora* (LATTUADA *et al.*, 2011), *Ficus citrifolia* Mill. (SANTOS *et al.*, 2011), *Ilex paraguariensis* (HIGA, 1983), *Inga marginata* Willd.,

Inga vera Willd., *Maclura tinctoria* (L.) D.Don ex Steud., *Magnolia ovata* Spreng., *Myrsine umbellata* Mart. e *Nectandra nitidula* Nees & Mart. (SANTOS *et al.*, 2011), *Ocotea puberula* (Rich.) Nees e *Ocotea pretiosa* Mez (SILVA, 1984), *Piptocarpha angustifolia* (FERRIANI *et al.*, 2008), *Rollinia emarginata* Schltld. (BETTIOL NETO *et al.*, 2006), *Rollinia mucosa* Jacq. e *Rollinia* sp. A.St.-Hil. (SCALOPPI JÚNIOR, 2007), *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B.Sm. & Downs e *Tapirira guianensis* Aubl. (SANTOS *et al.*, 2011) e *Tibouchina stenocarpa* Cogn. (RIOS; RIBEIRO, 2014) (Tabela 1.3).

No entanto, com base no objetivo proposto de resgate vegetativo de plantas adultas, não há a necessidade de alcançar elevados percentuais de enraizamento para que a técnica seja considerada viável. A existência de enraizamento, mesmo que em percentuais reduzidos, possibilita a posterior multiplicação do material genético por meio de metodologias mais eficientes como estaquia (jardim clonal), miniestaquia (minijardim clonal) ou mesmo enxertia. No entanto, com base na teoria de maior maturidade dos propágulos da copa em espécies arbóreas (HARTMANN *et al.*, 2011; WENDLING *et al.*, 2014b), de forma geral, não se recomenda o uso da estaquia para a propagação vegetativa de propágulos da copa (Figura 1.1).

Apesar do reduzido enraizamento e vigor radicial, algumas espécies têm apresentado percentuais que podem ser considerados de interesse para o resgate vegetativo; dentre elas, *Acca sellowiana* (DUARTE *et al.*, 1992; FIGUEIREDO *et al.*, 1995), *Allophylus petiolulatus* Radlk. (PARAJARA, 2015), *Annona glabra* L. (SCALOPPI JÚNIOR, 2007), *Annona montana* Macfad. (SCALOPPI JÚNIOR; MARTINS, 2003), *Annona squamosa* L. (BANKAR, 1989; SILVA, 2008), *Caesalpinia echinata* Lam. (ENDRES *et al.*, 2007), *Calophyllum brasiliense* (CIRIELLO; MORI, 2015), *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O.Berg (MARTINS *et al.*, 2015), *Cnidocolus quercifolius* Pohl (SILVA *et al.*, 2013), *Croton urucurana* Baill. (SANTOS *et al.*, 2011), *Cupania oblongifolia* Mart. (PARAJARA, 2015), *Drimys brasiliensis* Miers (ZEM *et al.*, 2015a, b), *Erythrina cristagalli* L. (GRATIERI-SOSSELLA *et al.*, 2008), *Erythrina falcata* (NEVES *et al.*, 2006), *Euplassa inaequalis* (Pohl) Engl. (OLIVEIRA; RIBEIRO, 2013), *Ficus adhatodifolia* Schott in Spreng. e *Guazuma ulmifolia* Lam. (SANTOS *et al.*, 2011), *Luehea divaricata* (NAZARO *et al.*, 2007; PACHECO; FRANCO, 2008), *Maytenus evonymoides* Reissek (PARAJARA, 2015),

Maytenus ilicifolia Mart. ex Reissek (LIMA *et al.*, 2008), *Miconia albicans* (Sw.) Triana (DE SOUSA *et al.*, 2015), *Myrciaria cauliflora* (Mart.) O.Berg (PEREIRA, 2003), *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh (OLIVA CRUZ; LÓPES, 2005; SILVA *et al.*, 2010a), *Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O.Berg (SCARPARE FILHO *et al.*, 1999; PEREIRA *et al.*, 2005), *Plumeria ambigua* Müll.Arg. (PARAJARA, 2015), *Psidium cattleianum* Sabine (SCHWENGBER *et al.*, 2000), *Rheedia gardneriana* Planch. & Triana (FRANCO *et al.*, 2007), *Rollinia emarginata* (SCALOPPI JÚNIOR; MARTINS, 2003; SCALOPPI JÚNIOR, 2007), *Rollinia mucosa* (SCALOPPI JÚNIOR; MARTINS, 2003), *Rollinia rugulosa* Schltld. (PINTO *et al.*, 2003), *Rollinia* sp. (BETTIOL NETO *et al.*, 2006), *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax (FERREIRA *et al.*, 2001; PIMENTA *et al.*, 2005; FERREIRA *et al.*, 2009), *Schinus terebinthifolius* Raddi (SANTOS *et al.*, 2011), *Sebastiania schottiana* (Müll.Arg.) Müll.Arg. (FRASSETTO *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2011), *Siparuna guianensis* Aubl. (VALENTINI *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2011), *Spondias mombin* L. (SOUZA; LIMA, 2005), *Spondias purpurea* L. (LIMA *et al.*, 2002), *Spondias tuberosa* Arruda (PAULA *et al.*, 2007), *Tibouchina granulosa* (Desr.) Cogn. (BORTOLINI *et al.*, 2008b), *Tibouchina pulchra* Cogn. (KNAPIK *et al.*, 2003), *Tibouchina sellowiana* Cogn. (NIENOW *et al.*, 2010), *Trichilia catigua* A.Juss. (VALMORBIDA *et al.*, 2008) e *Vochysia bifalcata* Warm. (DANNER *et al.*, 2010) (Tabela 1.3).

Por outro lado, há algumas espécies que apresentam elevada aptidão ao enraizamento adventício de propágulos provenientes de brotações de copa, dentre as quais, *Maytenus muelleri* Schw. oriundas de plantio manejado com até 62,5% de estacas enraizadas no verão (LIMA *et al.*, 2011), assim como *Annona glabra* (SCALOPPI JÚNIOR; MARTINS, 2003), *Cestrum laevigatum* Schltld. (SANTOS *et al.*, 2011), *Ilex paraguariensis* (GRAÇA *et al.*, 1988; STUEPP *et al.*, 2017a), *Miconia ibaguensis* (Bonpl.) Triana (SOUSA *et al.*, 2015), *Myrciaria cauliflora* (DUARTE *et al.*, 1997), *Myrciaria dubia* (OLIVA CRUZ, 2005a, b; DELGADO; YUYAMA, 2010), *Piper arboreum* Aubl. (RIOS; RIBEIRO, 2014), *Piper mikanianum* (Kunth) Steud. (PESCADOR *et al.*, 2007), *Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel (SASSO *et al.*, 2012), *Psidium cattleianum* (NACHTIGAL *et al.*, 1994; NACHTIGAL; FACHINELLO, 1995), *Psychotria nuda* (Cham. & Schltld.) Wawra (FERREIRA *et al.*, 2014; NERY *et al.*, 2014), *Salix humboldtiana* Willd.

(SANTOS *et al.*, 2011), *Spondias* sp. L. (LIMA *et al.*, 2002), *Theobroma cacao* (LEITE; MARTINS, 2007; LEITE *et al.*, 2007), *Tibouchina pulchra* (BORTOLINI *et al.*, 2008a), *Tibouchina sellowiana* (BORTOLINI *et al.*, 2008b) (Tabela 1.3).

Apesar de apresentarem bons resultados para algumas espécies arbóreas, as características morfofisiológicas deste tipo de brotação, de maneira geral, não favorecem o enraizamento e vigor radicial dos propágulos. Sua utilização em nível experimental, tende a ser avaliada conjuntamente a metodologias de indução de brotos juvenis, com maior aptidão ao enraizamento adventício (BITENCOURT *et al.*, 2009; STUEPP *et al.*, 2016a; STUEPP *et al.*, 2017a), facilitando desta forma o resgate vegetativo de espécies nativas.

TABELA 1.3 RESGATE VEGETATIVO POR MEIO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES DE COPA EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS.

continua

Regulador vegetal	Eficiência ¹ (%)	Espécie	Referência
5.000 mg L ⁻¹ (IBA)	31,66	<i>Acca sellowiana</i>	DUARTE <i>et al.</i> , 1992
-	18,3	<i>Acca sellowiana</i>	FIGUEIREDO <i>et al.</i> , 1995
0, 200 e 400 mg L ⁻¹ / 24 horas (IBA) e 0, 2.000, 4.000 e 8.000 mg L ⁻¹ (IBA)	0,0	<i>Acca sellowiana</i>	FRANZON <i>et al.</i> , 2004
6.000 mg L ⁻¹ (IBA)	5,93	<i>Allophylus petiolulatus</i> ,	PARAJARA, 2015
-	<82,1	<i>Annona glabra</i>	SCALOPPI JÚNIOR; MARTINS, 2003
-	25,5	<i>Annona glabra</i>	SCALOPPI JÚNIOR, 2007
-	<44,3	<i>Annona montana</i>	SCALOPPI JÚNIOR; MARTINS, 2003
2.500 e 3.000 mg L ⁻¹ (IBA)	26,0	<i>Annona squamosa</i>	BANKAR, 1989
0,50% (IBA)	38,55	<i>Annona squamosa</i>	SILVA, 2008
-	1,0	<i>Bauhinia rufa</i>	RIOS; RIBEIRO, 2014
-	0,0	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	COSTA <i>et al.</i> , 2013
2.500 mg L ⁻¹ (IBA) ou (NAA)	16,0	<i>Caesalpinia echinata</i>	ENDRES <i>et al.</i> , 2007
-	0,0	<i>Calophyllum brasiliense</i>	RIOS; RIBEIRO, 2014
1.000 mg L ⁻¹ (IBA)	25,0	<i>Calophyllum brasiliense</i>	CIRIELLO; MORI, 2015
2.000 mg L ⁻¹ (IAA)	20,0	<i>Campomanesia adamantium</i>	MARTINS <i>et al.</i> , 2015
0, 500, 1.000 e 2.000 mg L ⁻¹ (IBA)	0,0	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	TELEGINSKI, 2016
-	0,5	<i>Casearia sylvestris</i>	SANTOS <i>et al.</i> , 2011
-	91,5	<i>Cestrum laevigatum</i>	SANTOS <i>et al.</i> , 2011
(IAA)	33,3	<i>Cnidocolus quercifolius</i>	SILVA <i>et al.</i> , 2013
-	0,0	<i>Copaifera langsdorffii</i>	RIOS; RIBEIRO, 2014
6.000 mg L ⁻¹ (IBA)	15,0	<i>Couepia edulis</i>	LEANDRO; YUYAMA, 2008
-	23,0	<i>Croton urucurana</i>	SANTOS <i>et al.</i> , 2011

TABELA 1.3 RESGATE VEGETATIVO POR MEIO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES DE COPA EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS.

Regulador vegetal	Eficiência ¹ (%)	Espécie	Referência
6.000 mg L ⁻¹ (IBA)	3,3	<i>Cupania oblongifolia</i> ,	PARAJARA, 2015
-	0,0	<i>Dedropanax cuneatus</i>	SANTOS <i>et al.</i> , 2011
-	46,7	<i>Drimys brasiliensis</i>	ZEM <i>et al.</i> , 2015a
-	46,9	<i>Drimys brasiliensis</i>	ZEM <i>et al.</i> , 2015b
4.500 mg L ⁻¹ (IBA)	2,5	<i>Erythrina cristagalli</i>	GRATIERI-SOSSELLA <i>et al.</i> , 2008
-	0,0	<i>Erythrina falcata</i>	SANTOS <i>et al.</i> , 2011
-	5,8	<i>Erythrina falcata</i>	NEVES <i>et al.</i> , 2006
-	0,0	<i>Eugenia uniflora</i>	LATTUADA <i>et al.</i> , 2011
-	5,4	<i>Euplassa inaequalis</i>	OLIVEIRA; RIBEIRO, 2013
-	8,0	<i>Ficus adathodigifolia</i>	SANTOS <i>et al.</i> , 2011
-	1,0	<i>Ficus citrifolia</i>	SANTOS <i>et al.</i> , 2011
-	2,0	<i>Guazuma ulmifolia</i>	SANTOS <i>et al.</i> , 2011
5.000 e 1.000 mg L ⁻¹ (IBA)	-	<i>Hevea brasiliensis</i>	MONTEIRO <i>et al.</i> , 2015
5.000 mg L ⁻¹ (IBA)	0,0	<i>Ilex paraguariensis</i>	HIGA, 1983
-	-	<i>Ilex paraguariensis</i>	IRITANI <i>et al.</i> , 1986a
5.000 mg L ⁻¹ (IBA)	62,0	<i>Ilex paraguariensis</i>	GRAÇA <i>et al.</i> , 1988
-	<10,0	<i>Ilex paraguariensis</i>	BITENCOURT <i>et al.</i> , 2009
4.500 mg L ⁻¹ (IBA)	87,5	<i>Ilex paraguariensis</i>	STUEPP <i>et al.</i> , 2017a
-	0,0	<i>Inga marginata</i>	SANTOS <i>et al.</i> , 2011
-	0,0	<i>Inga vera</i>	SANTOS <i>et al.</i> , 2011
2.000 mg L ⁻¹ (IBA)	26,5	<i>Luehea divaricata</i>	NAZARO <i>et al.</i> , 2007
5.000 mg L ⁻¹ (IBA)	30,7	<i>Luehea divaricata</i>	PACHECO; FRANCO, 2008
-	0,0	<i>Maclura tinctoria</i>	SANTOS <i>et al.</i> , 2011
-	0,0	<i>Magnolia ovata</i>	SANTOS <i>et al.</i> , 2011
3.000 e 6.000 mg L ⁻¹ (IBA)	8,3	<i>Maytenus evonymoides</i> ,	PARAJARA, 2015
-	16,0	<i>Maytenus ilicifolia</i>	LIMA <i>et al.</i> , 2008
-	62,5	<i>Maytenus muelleri</i>	LIMA <i>et al.</i> , 2011
-	13,3	<i>Miconia albicans</i>	SOUSA <i>et al.</i> , 2015
-	86,7	<i>Miconia ibaguensis</i>	SOUSA <i>et al.</i> , 2015
-	60,0	<i>Myrciaria cauliflora</i>	DUARTE <i>et al.</i> , 1997
-	39,6	<i>Myrciaria cauliflora</i>	PEREIRA, 2003
200 mg L ⁻¹ /48 horas (IBA)	80,0	<i>Myrciaria dubia</i>	OLIVA CRUZ, 2005a
400 mg L ⁻¹ /24 horas (IBA + NAA)	55,6	<i>Myrciaria dubia</i>	OLIVA CRUZ, 2005b
100 mg L ⁻¹ /30 minutos (NAA)	24,5	<i>Myrciaria dubia</i>	OLIVA CRUZ; LÓPES, 2005
5% (IBA)	58,0	<i>Myrciaria dubia</i>	DELGADO; YUYAMA, 2010
3.000 mg L ⁻¹ (NAA)	12,0	<i>Myrciaria dubia</i>	SILVA <i>et al.</i> , 2010a
-	38,0	<i>Myrciaria jabuticaba</i>	SCARPARE FILHO <i>et al.</i> , 1999
-	40,4	<i>Myrciaria jabuticaba</i>	PEREIRA <i>et al.</i> , 2005
-	0,0	<i>Myrsine umbellata</i>	SANTOS <i>et al.</i> , 2011
-	0,5	<i>Nectandra nitidula</i>	SANTOS <i>et al.</i> , 2011
2.000 mg L ⁻¹ (IBA) + sacarose 1%	0,0	<i>Ocotea puberula</i>	SILVA, 1984
2.000 mg L ⁻¹ (IBA) + sacarose 1%	0,0	<i>Ocotea pretiosa</i>	SILVA, 1984
2.000 mg L ⁻¹ (IBA)	90,0	<i>Piper arboreum</i>	RIOS; RIBEIRO, 2014
1.500 mg L ⁻¹ (IBA)	65,0	<i>Piper mikanianum</i>	PESCADOR <i>et al.</i> , 2007
-	0,0	<i>Piptocarpha angustifolia</i>	FERRIANI <i>et al.</i> , 2008
6.000 mg L ⁻¹ (IBA)	2,9	<i>Plumeria ambigua</i>	PARAJARA, 2015

continuação

TABELA 1.3 RESGATE VEGETATIVO POR MEIO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES DE COPA EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS.

continuação

Regulador vegetal	Eficiência ¹ (%)	Espécie	Referência
6.000 mg L ⁻¹ (IBA)	50,0	<i>Plinia cauliflora</i>	SASSO <i>et al.</i> , 2012
200 mg L ⁻¹ /16 horas (IBA)	69,6	<i>Psidium cattleianum</i>	NACHTIGAL <i>et al.</i> , 1994
4.000 mg L ⁻¹ (IBA)	58,5	<i>Psidium cattleianum</i>	NACHTIGAL; FACHINELLO, 1995
1.000 mg L ⁻¹ (IBA) + 500 mg L ⁻¹ (PVP)	5,3	<i>Psidium cattleianum</i>	SCHWENGBER <i>et al.</i> , 2.000
-	90,0	<i>Psychotria nuda</i>	FERREIRA <i>et al.</i> , 2014
-	88,9	<i>Psychotria nuda</i>	NERY <i>et al.</i> , 2014
5.000 mg L ⁻¹ (IBA)	30,0	<i>Redhia gardneriana</i>	FRANCO <i>et al.</i> , 2007
-	<23,1	<i>Rollinia emarginata</i>	SCALOPPI JÚNIOR; MARTINS, 2003
-	0,0	<i>Rollinia emarginata</i>	BETTIOL NETO <i>et al.</i> , 2006
100 mg L ⁻¹ (IBA)	9,4	<i>Rollinia emarginata</i>	SCALOPPI JÚNIOR, 2007
-	<12,5	<i>Rollinia mucosa</i>	SCALOPPI JÚNIOR; MARTINS, 2003
-	0,5	<i>Rollinia mucosa</i>	SCALOPPI JÚNIOR, 2007
6.000 mg L ⁻¹ (IBA) ou 2.000 mg L ⁻¹ (IBA) + 2.000 mg L ⁻¹ (NAA)	4,0	<i>Rollinia rugulosa</i>	PINTO <i>et al.</i> , 2003
3.000 mg L ⁻¹ (IBA)	43,0	<i>Rollinia sp.</i>	BETTIOL NETO <i>et al.</i> , 2006
-	0,0	<i>Rollinia sp.</i>	SCALOPPI JÚNIOR, 2007
-	88,0	<i>Salix humboldtiana</i>	SANTOS <i>et al.</i> , 2011
4.000 mg L ⁻¹ (IBA)	28,0	<i>Sapium glandulatum</i>	FERREIRA <i>et al.</i> , 2001
6.000 mg L ⁻¹ (IBA)	52,0	<i>Sapium glandulatum</i>	CUNHA <i>et al.</i> , 2004
6.000 mg L ⁻¹ (IBA) + 100 mg L ⁻¹ UZ	11,3	<i>Sapium glandulatum</i>	PIMENTA <i>et al.</i> , 2005
8.000 mg L ⁻¹ (IBA)	14,0	<i>Sapium glandulatum</i>	FERREIRA <i>et al.</i> , 2009
-	8,0	<i>Schinus terebinthifolius</i>	SANTOS <i>et al.</i> , 2011
Orgasol® FTS*	46,0	<i>Sebastiania schottiana</i>	FRASSETTO <i>et al.</i> , 2010
-	6,0	<i>Sebastiania schottiana</i>	SANTOS <i>et al.</i> , 2011
-	0,0	<i>Sebastiania commersoniana</i>	SANTOS <i>et al.</i> , 2011
2.000 mg L ⁻¹ (IBA)	40,0	<i>Siparuna guianensis</i>	VALENTINI <i>et al.</i> , 2011
-	2,5	<i>Siparuna guianensis</i>	SANTOS <i>et al.</i> , 2011
1.000 mg L ⁻¹ (IBA)	25,0	<i>Spondias mombin</i>	SOUZA; LIMA, 2005
-	34,2	<i>Spondias purpurea</i>	LIMA <i>et al.</i> , 2002
-	52,6	<i>Spondias sp</i>	LIMA <i>et al.</i> , 2002
500 mg L ⁻¹ (IBA)	33,3	<i>Spondias tuberosa</i>	PAULA <i>et al.</i> , 2007
-	0,0	<i>Tapirira guianensis</i>	SANTOS <i>et al.</i> , 2011
4.098 mg L ⁻¹ (IBA)	93,3	<i>Theobroma cacao</i>	LEITE; MARTINS, 2007
4.000 mg L ⁻¹ (IBA)	75,2	<i>Theobroma cacao</i>	LEITE <i>et al.</i> , 2007
3.000 mg L ⁻¹ (IBA)	25,0	<i>Tibouchina granulosa</i>	BORTOLINI <i>et al.</i> , 2008b
2.000 e 4.000 mg L ⁻¹ (IBA)	28,0	<i>Tibouchina pulchra</i>	KNAPIK <i>et al.</i> , 2003
3.000 mg L ⁻¹ (IBA)	78,75	<i>Tibouchina pulchra</i>	BORTOLINI <i>et al.</i> , 2008a
3.000 mg L ⁻¹ (IBA)	75,0	<i>Tibouchina sellowiana</i>	BORTOLINI <i>et al.</i> , 2008b
-	40,0	<i>Tibouchina sellowiana</i>	NIENOW <i>et al.</i> , 2010

TABELA 1.3 RESGATE VEGETATIVO POR MEIO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES DE COPA EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS.

Regulador vegetal	Eficiência ¹ (%)	Espécie	Referência
-	0,0	<i>Tibouchina stenocarpa</i>	RIOS; RIBEIRO, 2014
5.000 mg L ⁻¹ (IBA)	41,7	<i>Trichilia catigua</i>	VALMORBIDA <i>et al.</i> , 2008
-	<19,0	<i>Vochysia bifalcata</i>	DANNER <i>et al.</i> , 2010

¹Eficiência do enraizamento (%); IBA - Ácido indol butírico; NAA - Ácido naftaleno acético; IAA - Ácido indol acético; UZ - Uniconazol; *Orgasol® FTS (composto de aminoácidos e micronutrientes); - Não consta a informação.

3.4.1.2 Alporquia em brotações de copa

A alporquia não é comumente empregada em espécies arbóreas nativas, principalmente por se tratar de um método custoso e de baixo rendimento operacional. Contudo, tem elevado potencial para o resgate de materiais genéticos superiores, uma vez que a interferência na planta matriz ocorre apenas nos ramos, gerando pouco ou nenhum dano à mesma.

Assim como a estaquia, sua utilização em espécies lenhosas deve atentar à maturidade da planta a ser resgatada e dos propágulos, uma vez que, quanto maior a idade e a distância da base da planta, menor a capacidade de emissão de raízes adventícias (HARTMANN *et al.*, 2011; WENDLING *et al.*, 2014b). Sua recomendação está diretamente relacionada ao objetivo produtivo da espécie na qual é aplicada pois, por se tratar de brotação de copa, carregará consigo características essenciais de maturidade, essenciais quando o objetivo final é a produção de flores, frutos e sementes (Figura 1.1).

A alporquia tem sido aplicada com sucesso em espécies nativas como *Bixa orellana* L. (MANTOVANI *et al.*, 2007; 2010), *Anacardium occidentale* L. (ALMEIDA *et al.*, 1990; 1991), *Calophyllum brasiliense* (LEITE *et al.*, 2007), *Cnidocolus quercifolius* (LUCENA *et al.*, 2014; CAMPOS *et al.*, 2015; FARIAS JÚNIOR *et al.*, 2015), *Campomanesia xanthocarpa* (TELEGINSKI, 2016), *Plinia trunciflora* (O.Berg) Kausel (DANNER *et al.*, 2006), *Plinia cauliflora* (SASSO *et al.*, 2010), *Schinus terebinthifolius* (GONÇALVES *et al.*, 2007), *Spondias tuberosa* (LEDERMAN *et al.*, 1991) (Tabela 1.4).

TABELA 1.4 RESGATE VEGETATIVO POR MEIO DE ALPORQUIA EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS.

Origem	Regulador vegetal	Eficiência ¹ (%)	Espécie	Referência
Brotações basais	4,92 mM (IBA)	100,0	<i>Bixa orellana</i>	MANTOVANI <i>et al.</i> , 2007
	1.000 mg L ⁻¹ (IBA)	100,0	<i>Bixa orellana</i>	MANTOVANI <i>et al.</i> , 2010
Brotações de copa	*	100,0	<i>Anacardium occidentale</i>	ALMEIDA <i>et al.</i> , 1990
	-	-	<i>Anacardium occidentale</i>	ALMEIDA <i>et al.</i> , 1991
	500 e 2.000 mg L ⁻¹ (IBA)	16,7	<i>Calophyllum brasiliense</i>	LEITE <i>et al.</i> , 2007
	*	75,0	<i>Cnidocolus quercifolius</i>	LUCENA <i>et al.</i> , 2014
	6.000 mg L ⁻¹ (IBA)	75,0	<i>Cnidocolus quercifolius</i>	CAMPOS <i>et al.</i> , 2015
	*	46,0	<i>Cnidocolus quercifolius</i>	FARIAS JÚNIOR <i>et al.</i> , 2015
	0, 500, 1.000 e 2.000 mg Kg ⁻¹ (IBA)	0,0	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	TELEGINSKI, 2016
	6.000 e 4.000 mg L ⁻¹ (IBA)	100,0	<i>Plinia trunciflora</i>	DANNER <i>et al.</i> , 2006
	4.000 mg L ⁻¹ (IBA)	87,5	<i>Plinia cauliflora</i>	SASSO <i>et al.</i> , 2010
	4.000 mg L ⁻¹ (IBA)	-	<i>Schinus terebinthifolius</i>	GONÇALVES <i>et al.</i> , 2007
10.000 mg L ⁻¹ (IBA)	73,0	<i>Spondias tuberosa</i>	LEDERMAN <i>et al.</i> , 1991	

¹Eficiência do enraizamento; IBA - Ácido indol butírico; * Não houve aplicação de regulador vegetal; - Não consta a informação.

3.4.1.3 Enxertia com brotações de copa

Assim como a alporquia, a enxertia é ainda pouco utilizada no resgate vegetativo de espécies arbóreas nativas, com maior aplicação em espécies frutíferas (FERREIRA; GENTIL, 1997; PRADO NETO, 2006; FRANZON *et al.*, 2010; MALAGI *et al.*, 2012). A eficiência da técnica depende, dentre outros fatores, da compatibilidade entre porta-enxerto e enxerto (HAN *et al.*, 2013), ambiente de aplicação (campo ou viveiro) (WENDLING *et al.*, 2016b) e da qualidade fisiológica do material utilizado (CARDOSO, 1961; MARTÍNEZ-BALLESTA *et al.*, 2010).

Apesar do reduzido uso no resgate vegetativo em espécies nativas, a enxertia tem sido amplamente utilizada na horticultura comercial e pode trazer grandes benefícios para o estabelecimento de pomares de sementes, incluindo o potencial de utilização de porta-enxertos resistentes ou tolerantes e enxertos mais produtivos (YIN *et al.*, 2012), como proposto para *Araucaria angustifolia* (WENDLING, 2015;

WENDLING *et al.*, 2016b). Outra aplicação da técnica está no rejuvenescimento de propágulos adultos, por meio da enxertia seriada sobre porta-enxertos juvenis (WENDLING; XAVIER, 2001, SANTIN *et al.*, 2015).

A enxertia é uma técnica que tende a ser mais utilizada a medida que se evolua o melhoramento genético para espécies nativas, com aplicação na formação de pomares clonais para produção de sementes melhoradas e cruzamentos controlados, assim como já utilizada em *Pinus* e *Eucalyptus* (ROCHA *et al.*, 2002). Sua aplicação em espécies nativas dependerá da finalidade da espécie a ser resgatada, em se tratando de uma técnica que, com exceção da enxertia seriada, traz consigo a maturidade da planta matriz. Sua aplicação tende a ser mais adequada quando o objetivo é a produção de flores, frutos e sementes (Figura 1.1).

A enxertia tem sido uma referência no resgate de materiais adultos de erva-mate, primeiramente com o objetivo de multiplicação de materiais genéticos de interesse (OLISZESKI; NEIVERTH, 2002; DOMINGOS; WENDLING, 2006; WENDLING *et al.*, 2009). Em seguida, pela técnica de enxertia seriada (WENDLING, 2004; SANTIN *et al.*, 2015), onde dois subcultivos foram eficientes no rejuvenescimento de enxertos provenientes de material adulto de erva-mate (SANTIN *et al.*, 2015). No entanto, os autores afirmam que muito ainda pode ser avaliado nesse sentido e, de acordo com as perspectivas já comprovadas em outras espécies, a utilização de um número maior de subcultivos pode ser preponderante no rejuvenescimento de materiais adultos da espécie.

3.4.2 Resgate vegetativo a partir de brotações epicórmicas basais

O resgate vegetativo pode ser alcançado sem o revigoramento/rejuvenescimento das árvores, por meio de alporquia, enxertia ou mesmo, enraizamento de brotações de copa. Contudo, o conhecimento adquirido ao longo do tempo a respeito da maturação em plantas lenhosas (HACKETT, 1987; GREENWOOD, 1995; WENDLING *et al.*, 2014a) tem gerado o aumento de interesse pela utilização de técnicas de revigoramento/rejuvenescimento, visando ampliar

assim a possibilidade de sucesso no resgate vegetativo de espécies arbóreas nativas.

Os primeiros relatos de enraizamento de brotações epicórmicas basais em espécies arbóreas nativas foram verificados em *Hevea brasiliensis* com uso de brotos estimulados acidentalmente na base das plantas (MUZIK; CRUZADO, 1956; 1958). Com o passar dos anos, muito se evoluiu acerca do conhecimento da clonagem de plantas arbóreas, sobretudo com relação ao entendimento do processo de maturação em plantas adultas e suas consequências no enraizamento adventício (WENDLING; XAVIER, 2001; WENDLING *et al.*, 2014a, b).

Diversos estudos têm abordado o enraizamento de propágulos oriundos de brotações epicórmicas basais em espécies arbóreas nativas, com destaque para *Anadenanthera macrocarpa* (DIAS *et al.*, 2015b), *Araucaria angustifolia* (WENDLING; BRONDANI, 2015), *Calophyllum brasiliense* (CIRIELLO; MORI, 2015), *Calophyllum brasiliense* (KRATZ *et al.*, 2016), *Campomanesia xanthocarpa* (TELEGINSKI, 2016), *Eremanthus erythropappus* (REZENDE, 2007), *Ilex paraguariensis* (HIGA, 1983; BITENCOURT *et al.*, 2009; STUEPP *et al.*, 2015; 2017b), *Vochysia bifalcata* (RICKLI *et al.*, 2015) (Tabela 1.5), normalmente utilizando a técnica de decepa para a indução das brotações epicórmicas.

TABELA 1.5 RESGATE VEGETATIVO POR MEIO DE BROTAÇÕES EPICÓRMICAS EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS.

Origem	Regulador vegetal	Eficiência ¹ (%)	Espécie	Referência
Brotações basais	6.000 mg L ⁻¹ (IBA)	38,5	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	DIAS <i>et al.</i> , 2015b
	-	<30,0	<i>Araucaria angustifolia</i>	WENDLING; BRONDANI, 2015
	1.000 mg L ⁻¹ (IBA)	83,3	<i>Calophyllum brasiliense</i>	CIRIELLO; MORI, 2015
	6.000 mg L ⁻¹ (IBA)	65,0	<i>Calophyllum brasiliense</i>	KRATZ <i>et al.</i> , 2016
	-	25,5	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	TELEGINSKI, 2016
	-	87,5	<i>Eremanthus erythropappus</i>	REZENDE, 2007
	5.000 mg L ⁻¹ (IBA)	7,0	<i>Ilex paraguariensis</i>	HIGA, 1983
	-	65,5	<i>Ilex paraguariensis</i>	BITENCOURT <i>et al.</i> , 2009
	3.000 mg L ⁻¹ (IBA)	70,6	<i>Ilex paraguariensis</i>	STUEPP <i>et al.</i> , 2015
	-	88,7	<i>Ilex paraguariensis</i>	STUEPP <i>et al.</i> , 2017b
	-	81,0	<i>Vochysia bifalcata</i>	RICKLI <i>et al.</i> , 2015
Ramos podados da copa	-	<30,0	<i>Araucaria angustifolia</i>	WENDLING; BRONDANI, 2015
	-	0,0	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	TELEGINSKI, 2016
	-	20,4	<i>Erythrina falcata</i>	NEVES <i>et al.</i> , 2006
Envergadura de caule	-	16,93	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	TELEGINSKI, 2016
	-	31,0	<i>Vochysia bifalcata</i>	RICKLI <i>et al.</i> , 2015
Brotação de ramos destacados e mantidos em casa de vegetação	-	44,4%	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	TELEGINSKI, 2016

¹Enraizamento; IBA - Ácido indol butírico; - Não consta a informação.

Apesar da evidente eficiência do uso de propágulos revigorados no resgate vegetativo de espécies arbóreas nativas, os estudos avaliando estas técnicas são escassos (BITENCOURT *et al.*, 2009; RICKLI *et al.*, 2015; DIAS *et al.*, 2015b). A utilização de propágulos revigorados pode ampliar não somente o sucesso no enraizamento, mas também a qualidade fisiológica das mudas produzidas, refletindo em aumento do vigor vegetativo e radicial destas (STUEPP *et al.*, 2015).

3.5 PROPAGAÇÃO VEGETATIVA EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS

A propagação vegetativa tem sido uma excelente ferramenta para a produção florestal no Brasil, onde incrementou a produtividade das florestas plantadas com espécies introduzidas a patamares inimagináveis quando da utilização de sementes, consolidando a silvicultura clonal no cenário florestal. No entanto, quando se trata de clonagem de espécies arbóreas nativas, há a necessidade de uma ampliação no discernimento entre os objetivos para os quais são planejados, suas finalidades e as técnicas de propagação aplicadas.

De maneira geral, os estudos avaliando a propagação vegetativa de espécies arbóreas nativas tem sido de caráter experimental, com exceção de poucas espécies com cultivo clonal consolidado como *Hevea brasiliensis* e *Theobroma cacao*, além de outras, normalmente justificados por interesses ambientais, principalmente na restauração de ecossistemas degradados (OLIVEIRA *et al.*, 2001). É de fato uma ferramenta importante para espécies com limitações em sua propagação sexuada (STUEPP *et al.*, 2015). No entanto, apesar de haver inúmeras pesquisas avaliando o potencial de enraizamento em diversas famílias, gêneros e espécies com essa característica, são escassos trabalhos que comprovem, em condições de campo, a viabilidade desta aplicação.

O princípio básico da clonagem de plantas está na possibilidade de se reproduzir uma identidade genética de interesse (LOPES, 2003). A grande diferença entre a propagação vegetativa e o resgate vegetativo de plantas está na aplicação da técnica. Enquanto o resgate tem por objetivo resgatar pelo menos um indivíduo geneticamente igual à planta matriz, a propagação vegetativa tem por objetivo a

produção de um número maior de cópias (clones), em escala comercial ou não, utilizando-se para tanto metodologias que favoreçam a produção destes propágulos.

A recomendação indiscriminada do uso de técnicas de clonagem para diferentes espécies e finalidades, nem sempre segue uma estrutura lógica, a qual deve levar em conta o princípio básico da maturação de propágulos, recomendando de forma coerente a utilização de técnicas que possam cumprir com o objetivo proposto para cada espécie. Para tanto, na Figura 1.1 é apresentado um fluxograma esquemático, com vistas a subsidiar um melhor entendimento dos usos e aplicações recomendadas das técnicas de resgate e propagação vegetativa.

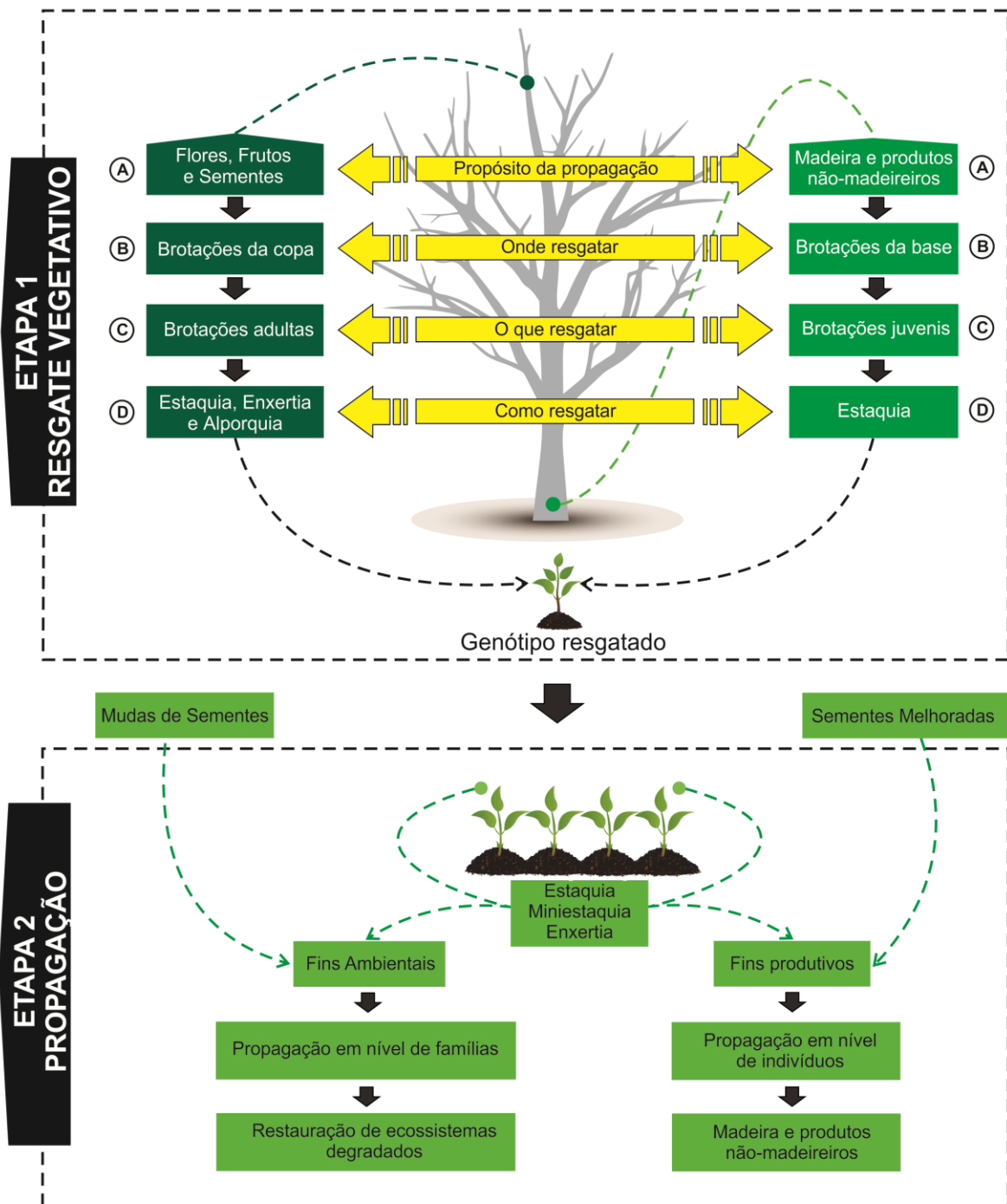


FIGURA 1.1 SEQUÊNCIA ESQUEMÁTICA PARA RESGATE VEGETATIVO DE PLANTAS ADULTAS E PROPAGAÇÃO MASSAL EM ESPÉCIES NATIVAS. A – OBJETIVOS FINAIS COM O RESGATE VEGETATIVO; B – ORIGEM DOS PROPÁGULOS; C - TIPO DE PROPÁGULOS; D – TÉCNICA RECOMENDADA.

A propagação vegetativa de espécies arbóreas nativas pode ser dividida em dois segmentos, de acordo com a sua aplicação técnica. O primeiro, com o objetivo de produção de mudas para fins ambientais e o segundo, para a produção de mudas para fins produtivos (todo e qualquer produto de origem florestal, madeireiro ou não

madeireiro). Nesse sentido, a seguir é apresentada uma síntese geral de cada uma destas finalidades, buscando relacionar a utilização das técnicas de propagação vegetativa aos objetivos estabelecidos em espécies arbóreas nativas.

3.5.1 Matrizes juvenis (mudas de sementes)

A utilização de plantas jovens, obtidas a partir da propagação via seminal (sementes) para o fornecimento de propágulos tem sido frequente em espécies arbóreas nativas (GRATIERI-SOSSELLA *et al.*, 2008; LATTUADA *et al.*, 2011; CORDEIRO *et al.*, 2016). Sua utilização tem sido priorizada em função da maior facilidade de enraizamento destes propágulos e de atendimento aos objetivos almejados, bem como das maiores limitações impostas pela propagação vegetativa de plantas adultas (WENDLING *et al.*, 2014b).

Apesar de sua contribuição na propagação vegetativa de espécies arbóreas nativas, a utilização deste tipo de material tem maior respaldo para fins ambientais, onde o objetivo principal é a obtenção da maior variabilidade genética possível. A recomendação de tal metodologia para fins produtivos apresenta algumas limitações, uma vez que não se conhece a expressão das características genéticas destas plantas em condições de maturidade. Cabe ressaltar que a avaliação de plantas matrizes para fins produtivos, de maneira geral, ocorre na sua fase adulta, a partir da qual se expressam suas características fenotípicas (interação genótipo x ambiente). No entanto, o uso de plantas jovens pode ser uma excelente alternativa quando do uso de sementes melhoradas geneticamente (cruzamentos controlados), ou em casos de manutenção de mudas podadas em viveiro, concomitante à sua avaliação a campo, como ocorre em espécies do gênero *Pinus*, por exemplo (XAVIER *et al.*, 2013).

A utilização da propagação vegetativa para fins ambientais deve atentar às exigências de garantia de variabilidade genética para restauração de ecossistemas degradados. Para alcançar tal objetivo, há a necessidade de coleta de propágulos de um grande número de matrizes, respeitando ainda o distanciamento entre estas, evitando assim a perda de variabilidade genética nos plantios clonais para fins

ambientais. As inferências na literatura a respeito do número mínimo de matrizes necessárias para utilização em projetos ambientais variam entre 25 matrizes (WENDLING *et al.*, 2005) e 50 matrizes regionais não aparentadas (CARPANEZZI; CARPANEZZI, 2006). De modo geral, recomenda-se o uso do maior número de matrizes possível, evitando a formação de grande número de clones de uma mesma matriz.

A clonagem de plantas a partir de propágulos juvenis (mudas) foi observada para algumas espécies arbóreas nativas, dentre elas *Annona glabra* (SCALOPPI JÚNIOR, 2007), *Araucaria angustifolia* (IRITANI *et al.*, 1986b), *Calophyllum brasiliense* (CIRIELLO; MORI, 2015), *Erythrina falcata* (NEVES *et al.*, 2006; BETANIN; NIENOW, 2010), *Eugenia uniflora* (LATTUADA *et al.*, 2011), *Hevea brasiliensis* (BAPTIST, 1939; MUZIK; CRUZADO, 1956; MENDES, 1959b; CASTRO *et al.*, 1984; 1987), *Ilex paraguariensis* (HIGA, 1983; GRAÇA *et al.*, 1988), *Ocotea puberula* (SILVA, 1984), *Rollinia mucosa* e *Rollinia* sp. (SCALOPPI JÚNIOR, 2007) e *Theobroma cacao* (SODRÉ; CORA, 2007). Na maioria dos referidos estudos, foram observados elevados percentuais de enraizamento, o que se justifica pela maior juvenilidade dos propágulos (Tabela 1.6).

TABELA 1.6 APLICAÇÕES DA ESTAQUIA COMO MÉTODO DE PROPAGAÇÃO MASSAL APLICADO EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS.

Propágulos ¹	Regulador Vegetal	Eficiência ² (%)	Espécie	Referência
----- Plantas jovens (Seminais) -----				
Juvenil	-	77,5	<i>Annona glabra</i>	SCALOPPI JÚNIOR, 2007
Juvenil	3.000 e 5.000 mg L ⁻¹ (IBA)	19,4	<i>Araucaria angustifolia</i>	IRITANI <i>et al.</i> , 1986b
Juvenil	3.000 e 7.000 mg L ⁻¹ (IBA)	90,0	<i>Calophyllum brasiliense</i>	CIRIELLO; MORI, 2015
Juvenil	-	73,3	<i>Erythrina falcata</i>	NEVES <i>et al.</i> , 2006
Juvenil	-	0,0	<i>Erythrina falcata</i>	BETANIN; NIENOW, 2010
Juvenil	3.000 mg L ⁻¹ (IBA)	45,8	<i>Erythrina falcata</i>	BETANIN; NIENOW, 2010
Juvenil	-	69,07	<i>Eugenia uniflora</i>	LATTUADA <i>et al.</i> , 2011
Juvenil	-	90,0	<i>Hevea brasiliensis</i>	BAPTIST, 1939
Juvenil	-	100,0	<i>Hevea brasiliensis</i>	MUZIK; CRUZADO, 1956
Juvenil	-	30,0	<i>Hevea brasiliensis</i>	MUZIK; CRUZADO, 1958
Juvenil	-	>85,0	<i>Hevea brasiliensis</i>	MENDES, 1959b
Juvenil	200 mg L ⁻¹ /12 horas (IBA)	66,6	<i>Hevea brasiliensis</i>	CASTRO <i>et al.</i> , 1984
Juvenil	2.500 mg L ⁻¹ (IBA)	<7,7	<i>Hevea brasiliensis</i>	CASTRO <i>et al.</i> , 1987
Juvenil	5.000 mg L ⁻¹ (IBA)	7,0	<i>Ilex paraguariensis</i>	HIGA, 1983
Juvenil	-	42,0	<i>Ilex paraguariensis</i>	GRAÇA <i>et al.</i> , 1988
Juvenil	2.000 mg L ⁻¹ (IBA) + sacarose 1%	0,0	<i>Ocotea puberula</i>	SILVA, 1984
Juvenil	-	40,5	<i>Rollinia mucosa</i>	SCALOPPI JÚNIOR, 2007
Juvenil	-	25,0	<i>Rollinia sp.</i>	SCALOPPI JÚNIOR, 2007
Juvenil	6.000 mg L ⁻¹ (IBA)	100,0	<i>Theobroma cacao</i>	SODRÉ; CORA, 2007
----- Jardim clonal -----				
Adulto	3.000 mg L ⁻¹ (IBA)	53,7	<i>Araucaria angustifolia</i>	WENDLING <i>et al.</i> , 2016
Adulto	-	>70,0	<i>Cariniana estrellensis</i>	HERNANDEZ <i>et al.</i> , 2013
Adulto	-	-	<i>Hevea brasiliensis</i>	MUZIK, 1953
Adulto	-	<90,0	<i>Hevea brasiliensis</i>	TINLEY; GARNER, 1960
Adulto	-	-	<i>Hevea brasiliensis</i>	MEDRADO <i>et al.</i> , 1995
Juvenil	-	100,0	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	HERNÁNDEZ <i>et al.</i> , 2012
Adulto	32.000 mg L ⁻¹ (IBA)	88,9	<i>Schizolobium amazonicum</i>	DIAS <i>et al.</i> , 2015a
Adulto	6.000 mg L ⁻¹ (IBA)	100,0	<i>Theobroma cacao</i>	FARIA; SACRAMENTO, 2003
Adulto	4,4, 6,0 e 8 g kg ⁻¹ (IBA)	-	<i>Theobroma cacao</i>	SANTOS JÚNIOR <i>et al.</i> , 2008

¹Propágulo juvenil - cepas seminais, formadas por mudas de sementes e Propágulo adulto - cepas clonais, formadas por clones provenientes de matrizes adultas; IBA - Ácido indol butírico.

3.5.2 Matrizes adultas

A estaquia, miniestaquia e a enxertia têm sido utilizadas e recomendadas para a macropropagação de espécies arbóreas nativas (Figura 1.1). Ambas as técnicas suprem claramente a necessidade de qualificação na produção massal; contudo, apresentam diferenças marcantes quanto à produtividade e qualidade fisiológica dos propágulos produzidos, resultando assim, em diferentes potenciais de multiplicação e, sobretudo, vigor vegetativo e radicial. Para maior clareza das técnicas e sua inserção no processo de propagação de plantas arbóreas, a seguir são apresentadas as técnicas de estaquia, miniestaquia e enxertia.

3.5.2.1 Estaquia (jardim clonal)

Em se tratando de estaquia, deve-se atentar ao fato de que a técnica por si só não cumpre o objetivo de propagação massal, necessitando de metodologias adequadas de produção de propágulos, por meio da formação de jardins clonais. O uso de jardins clonais na produção de propágulos de espécies arbóreas nativas é ainda pouco frequente, pois grande parte dos trabalhos desenvolvidos com estas espécies são de cunho experimental (Tabela 1.6), não havendo demanda para a aplicação de técnicas de propagação massal. Apesar da reduzida utilização em espécies arbóreas nativas, jardins clonais experimentais têm apresentado elevado potencial na produção de propágulos, permitindo um manejo nutricional e fitossanitário adequado, alcançando índices de produtividade e enraizamento superiores aos verificados em técnicas de resgate vegetativo.

Existem ainda poucas referências da aplicação de jardins clonais em espécies arbóreas nativas. Em *Hevea brasiliensis* os jardins clonais eram basicamente utilizados na produção de hastes para enxertia (LEMOS FILHO *et al.*, 1991); no entanto, com o aumento da tecnologia e a qualificação dos ambientes de propagação, já na década de 60 passou-se a utilizar mudas produzidas por estaquia (TINLEY; GARNER, 1960). Atualmente, têm se comprovado que clones produzidos

por estaquia apresentam maior qualidade morfológica, tanto radicial como da parte aérea, em comparação às mudas produzidas por enxertia, além de demandar um período menor para sua produção (MONTEIRO *et al.*, 2015). O uso de jardins clonais foi avaliado também em *Araucaria angustifolia* (WENDLING *et al.*, 2016a), *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze (HERNANDEZ *et al.*, 2013), *Hevea brasiliensis* (MUZIK, 1953; TINLEY; GARNER, 1960; MEDRADO *et al.*, 1995), *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F.Macbr. (HERNÁNDEZ *et al.*, 2012), *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (DIAS *et al.*, 2015a), *Theobroma cacao* (FARIA; SACRAMENTO, 2003; SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2008) (Tabela 1.6).

Uma das vantagens dos jardins clonais diz respeito ao baixo investimento em comparação aos minijardins clonais, dispensando o uso de estruturas cobertas para sua alocação; no entanto, atenção especial deve ser dada ao controle fitossanitário e nutricional, sempre de acordo com as exigências de cada espécie em questão, mantendo a qualidade dos propágulos e resultando em melhores taxas de multiplicação de clones.

3.5.2.2 Miniestaquia (minijardim clonal)

A técnica de miniestaquia, de modo geral, constitui-se numa evolução da estaquia, onde os grandes diferenciais estão no controle nutricional e fitossanitário dos propágulos produzidos. O sistema com maior aplicação em espécies florestais tem sido o de canaletão com leito de areia, denominado também sistema semi-hidropônico, composto por uma calha contendo no seu interior material inerte (areia) para a sustentação das minicepas (WENDLING *et al.*, 2007; XAVIER; SILVA, 2010; XAVIER *et al.*, 2013). Contudo, em espécies nativas, o estabelecimento do minijardim clonal em vasos, tubetes ou caixas de polietileno tem sido frequente (XAVIER *et al.*, 2003a, b; PEÑA PEÑA *et al.*, 2015a, b). A grande diferença entre os dois sistemas está na capacidade produtiva e vigor dos propágulos, uma vez que o manejo nutricional passa a ser limitado à área disponível para o desenvolvimento radicial.

A qualificação na produção de propágulos em minijardim clonal tem ficado evidente para diferentes espécies por meio dos percentuais de enraizamento alcançados. Para *Erythrina cristagalli*, por exemplo, enquanto estacas semilenhosas oriundas de brotações de copa não alcançavam 10%, miniestacas apresentaram 100% de enraizamento (GRATIERI-SOSSELLA *et al.*, 2008). No entanto, cabe ressaltar que a eficiência não está apenas atrelada à técnica de miniestaquia, mas também, diretamente relacionada à maturidade das minicepas, ou seja, quando da utilização de minicepas seminais ou juvenis, os percentuais de enraizamento tendem a ser mais elevados (XAVIER *et al.*, 2003a, b; DIAS *et al.*, 2012; PEÑA PEÑA *et al.*, 2015b) em comparação a utilização de materiais adultos (KIELSE *et al.*, 2015; PEÑA PEÑA *et al.*, 2015a).

Independente do ambiente de cultivo das minicepas, o minijardim clonal bem manejado é a base para o sucesso na propagação massal em espécies florestais. No entanto, é ainda subutilizado em espécies arbóreas nativas, devido ao reduzido número de espécies com material genético selecionado disponível para a propagação em escala. Sua aplicação é quase que totalmente para fins experimentais, mas respaldada por bons resultados em inúmeras espécies (Tabela 1.7).

Em espécies arbóreas nativas, minijardins clonais já foram estudados para *Anadenanthera macrocarpa* (DIAS *et al.*, 2012), *Araucaria angustifolia* (PIRES *et al.*, 2013; 2015), *Calophyllum brasiliense* (SILVA *et al.*, 2010b), *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) K.Schum (GATTI, 2002), *Cariniana estrellensis* (GATTI *et al.*, 2011), *Cedrela fissilis* Vell. (XAVIER *et al.*, 2003a, b), *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud. (CARNEIRO, 2013; KIELSE *et al.*, 2013; 2015), *Dipteryx alata* Vogel (MARTINS *et al.*, 2012), *Eremanthus erythropappus* (REZENDE, 2007), *Erythrina cristagalli* (GRATIERI-SOSSELLA *et al.*, 2008), *Erythrina falcata* (CUNHA *et al.*, 2003; 2008), *Eugenia uniflora* (PEÑA PEÑA *et al.*, 2015a, b), *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos (OLIVEIRA *et al.*, 2015a, b), *Ilex paraguariensis* (WENDLING *et al.*, 2007; BRONDANI *et al.*, 2007; 2010; NAGAOKA *et al.*, 2013; KRATZ *et al.*, 2015), *Maytenus ilicifolia* (LIMA *et al.*, 2009), *Piptocarpha angustifolia* (FERRIANI *et al.*, 2011; STUEPP *et al.*, 2016b; 2017c), *Plathymenia foliolosa* Benth. (NEUBERT, 2014), *Psidium cattleianum*, *Psidium guineense* Sw.

(ALTOÉ *et al.*, 2011), *Sapium glandulatum* (FERREIRA *et al.*, 2010), *Schizolobium amazonicum* e *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (SOUZA, 2015) (Tabela 1.7).

TABELA 1.7 APLICAÇÕES DA MINIESTAQUIA COMO MÉTODO DE PROPAGAÇÃO MASSAL EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS.

continua

Propágulos ¹	Regulador Vegetal	Eficiência (%)	Espécie	Referência
Juvenil	-	98,0	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	DIAS <i>et al.</i> , 2012
Juvenil	1.500 mg L ⁻¹ (IBA)	32,0	<i>Araucaria angustifolia</i>	PIRES <i>et al.</i> , 2013
Juvenil	-	83,0	<i>Araucaria angustifolia</i>	PIRES <i>et al.</i> , 2015
Juvenil	-	95,8	<i>Calophyllum brasiliense</i>	SILVA <i>et al.</i> , 2010b
Juvenil	-	100,0	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	GATTI, 2002
Juvenil	2.000 mg L ⁻¹ (NAA)	83,3	<i>Cariniana estrellensis</i>	GATTI <i>et al.</i> , 2011
Juvenil	-	84,0	<i>Cedrela fissilis</i>	XAVIER <i>et al.</i> , 2003a
Juvenil	-	79,0	<i>Cedrela fissilis</i>	XAVIER <i>et al.</i> , 2003b
Juvenil	-	100,0	<i>Cordia trichotoma</i>	CARNEIRO, 2013
Juvenil	30 mM (IBA)	>45,0	<i>Cordia trichotoma</i>	KIELSE <i>et al.</i> , 2013
Juvenil	-	38,3	<i>Cordia trichotoma</i>	KIELSE <i>et al.</i> , 2015
-	1.000 mg L ⁻¹ (IBA)	13,3	<i>Cordia trichotoma</i>	KIELSE <i>et al.</i> , 2015
Juvenil	-	-	<i>Dipteryx alata</i>	MARTINS <i>et al.</i> , 2012
Juvenil	-	25,0	<i>Eremanthus erythropappus</i>	REZENDE, 2007
Juvenil	2.000, 3.000 e 4.000 mg L ⁻¹ (IBA)	100,0	<i>Erythrina cristagalli</i>	GRATIERI-SOSSELLA <i>et al.</i> , 2008
Juvenil	-	60,0	<i>Erythrina falcata</i>	CUNHA <i>et al.</i> , 2003
Juvenil	-	85,5	<i>Erythrina falcata</i>	CUNHA <i>et al.</i> , 2008
Adulto	-	1,9	<i>Eugenia uniflora</i>	PEÑA PEÑA <i>et al.</i> , 2015a
Juvenil	2.500 mg L ⁻¹ (IBA)	97,2	<i>Eugenia uniflora</i>	PEÑA PEÑA <i>et al.</i> , 2015b
Juvenil	-	100,0	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2015a
Juvenil	-	80,0	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2015b
Juvenil	-	90,0	<i>Ilex paraguariensis</i>	WENDLING <i>et al.</i> , 2007
Juvenil	-	77,5	<i>Ilex paraguariensis</i>	BRONDANI <i>et al.</i> , 2007
Adulto	8.000 mg L ⁻¹ (IBA)	62,5	<i>Ilex paraguariensis</i>	BRONDANI <i>et al.</i> , 2010
Adulto	-	-	<i>Ilex paraguariensis</i>	NAGAOKA <i>et al.</i> , 2013
Adulto	-	68,7	<i>Ilex paraguariensis</i>	KRATZ <i>et al.</i> , 2015
Juvenil	-	94,3	<i>Maytenus ilicifolia</i>	LIMA <i>et al.</i> , 2009
Juvenil	-	45,0	<i>Piptocarpha angustifolia</i>	FERRIANI <i>et al.</i> , 2011
Juvenil	-	71,3	<i>Piptocarpha angustifolia</i>	STUEPP <i>et al.</i> , 2017c
Juvenil	-	58,7	<i>Piptocarpha angustifolia</i>	STUEPP <i>et al.</i> , 2016b

TABELA 1.7 APLICAÇÕES DA MINIESTAQUIA COMO MÉTODO DE PROPAGAÇÃO MASSAL EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS.

Propágulos ¹	Regulador	Eficiência (%)	Espécie	Referência
Juvenil	-	31,4	<i>Plathymenia foliolosa</i>	NEUBERT, 2014
Juvenil	-	92,0	<i>Psidium cattleyanum</i>	ALTOÉ <i>et al.</i> , 2011
Juvenil	-	96,0	<i>Psidium guineense</i>	ALTOÉ <i>et al.</i> , 2011
Juvenil	-	80,6	<i>Sapium glandulatum</i>	FERREIRA <i>et al.</i> , 2010
Juvenil	-	>60,0	<i>Schizolobium amazonicum</i>	SOUZA, 2015
Juvenil	-	>35,0	<i>Schizolobium parahyba</i>	SOUZA, 2015

¹Propágulo juvenil - minicepas seminais, formadas por mudas de sementes e Propágulo Adulto - minicepas clonais, formadas por clones provenientes de matrizes adultas. IBA - Ácido indol butírico; NAA - Ácido naftaleno acético.

3.5.2.3 Enxertia

De maneira semelhante à estaquia, a enxertia pode ser utilizada tanto para o resgate vegetativo, onde o objetivo é resgatar materiais genéticos de interesse (*vide item 3.4.1.3*), como na propagação, onde a técnica é aplicada em escala comercial (PEREIRA; LEAL, 2012). A enxertia como técnica de propagação tem ampla aplicação em espécies nativas, principalmente frutíferas, onde o objetivo central é a manutenção da maturidade dos propágulos (FERREIRA; GENTIL, 1997; MOREIRA FILHO; FERREIRA, 2009), resultando em florescimento precoce e, portanto, produção antecipada, além da redução do porte da planta.

A enxertia foi viabilizada como a principal técnica de clonagem em *Hevea brasiliensis* desde o início do século XX (DIJKMAN, 1951). Já nos primeiros estudos a viabilidade da técnica ficou evidente, alcançando até 81,1% de formação de mudas, com a aplicação no modelo “indígena” (janela abrindo para baixo), 79,5% em “T invertido” e 74,5% em “T simples” (MENDES, 1959a). A partir destes, muitos estudos avaliaram a qualificação da técnica para a espécie (Tabela 1.8).

Atualmente, a enxertia tem sido aplicada em *Hevea brasiliensis* pelo método de borbulhia em porta-enxertos seminais (CARDINAL, 2007) com uso de hastes verdes (gemas para enxertia) produzidas em jardim clonal (PEREIRA; LEAL, 2012). Alguns estudos têm buscado avaliar o potencial do uso da técnica de minijardim clonal para a produção de hastes viáveis para enxertia de seringueira, com resultados promissores de produtividade de brotos e sobrevivência de enxertos (BORELLI, 2016).

Os primeiros estudos buscando a viabilização da técnica de enxertia em *Araucaria angustifolia* datam do fim da década de 60 e meados da década de 70 (GURGEL; GURGEL-FILHO, 1967; KAGEYAMA; FERREIRA, 1975). Desde então, a técnica tem sido aperfeiçoada (WENDLING, 2011; ZANETTE *et al.*, 2011; CONSTANTINO; ZANETTE, 2016), apresentando porcentuais de pegamento acima de 90% por meio de borbulhia de placa com gemas ortotrópicas provenientes de brotações do ponteiro de matrizes do sexo feminino (WENDLING *et al.*, 2016b).

Outras espécies já tiveram a técnica de enxertia avaliada, dentre elas, *Bertholletia excelsa* (MÜLLER, 1982), *Eugenia uniflora* (BEZERRA *et al.*, 1999; BEZERRA *et al.*, 2002; FRANZON *et al.*, 2008), *Genipa americana* L. (PRADO NETO, 2006), *Hevea brasiliensis* (MENDES, 1959a; CARDOSO, 1961; PEREIRA *et al.*, 1979; KALIL FILHO; OLIVEIRA, 1983; LEMOS FILHO *et al.*, 1991; CARDINAL, 2007; BORELLI, 2016), *Ilex paraguariensis* (NIKLAS, 1990; OLISZESKI; NEIVERTH, 2002; DOMINGOS; WENDLING, 2006; WENDLING *et al.*, 2009; SANTIN *et al.*, 2015), *Myrciaria dubia* (FERREIRA; GENTIL, 1997; MOREIRA FILHO; FERREIRA, 2009), *Plinia trunciflora* e *Plinia cauliflora* (SASSO *et al.*, 2010; MALAGI *et al.*, 2012), *Plinia jaboticaba* (SASSO *et al.*, 2010), *Spondias tuberosa* (PEDROSA *et al.*, 1991) e *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K.Schum. (VENTURIERI *et al.*, 1986) (Tabela 1.8).

TABELA 1.8 APLICAÇÕES GERAIS DA ENXERTIA NO RESGATE VEGETATIVO E MULTIPLICAÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS.

continua

Propágulos	Técnica ¹	Pegamento (%)	Espécie	Referência
Copa	Garfagem lateral no alburno	27,0	<i>Araucaria angustifolia</i>	GURGEL; GURGEL-FILHO, 1967
Copa	Garfagem lateral sob casca	13,0	<i>Araucaria angustifolia</i>	GURGEL; GURGEL-FILHO, 1967
Copa	Garfagem sob casca a cavalo no colete	23,0	<i>Araucaria angustifolia</i>	GURGEL; GURGEL-FILHO, 1967
Copa	Garfagem em fenda a inglês complicado	0,0	<i>Araucaria angustifolia</i>	GURGEL; GURGEL-FILHO, 1967
Copa	Garfagem em fenda completa.	90,0	<i>Araucaria angustifolia</i>	KAGEYAMA; FERREIRA, 1975
Copa	Garfagem em fenda lateral no alburno	<60,0	<i>Araucaria angustifolia</i>	KAGEYAMA; FERREIRA, 1975
Copa	Garfagem em inglês simples	40,0	<i>Araucaria angustifolia</i>	KAGEYAMA; FERREIRA, 1975
Copa	Janela aberta (<i>patch grafting</i>)	100,0	<i>Araucaria angustifolia</i>	KAGEYAMA; FERREIRA, 1975
Base	Borbulhia em placa	65,0	<i>Araucaria angustifolia</i>	ZANETTE <i>et al.</i> , 2011
Plantas jovens	Borbulhia em placa	93,0	<i>Araucaria angustifolia</i>	CONSTANTINO; ZANETTE, 2016
Copa	Borbulhia em placa	<90,0	<i>Araucaria angustifolia</i>	WENDLING <i>et al.</i> , 2016
Copa	Borbulhia	-	<i>Bertholletia excelsa</i>	MÜLLER, 1982
Copa	Garfagem no topo em fenda cheia	77,5	<i>Eugenia uniflora</i>	BEZERRA <i>et al.</i> , 1999
Copa	Garfagem no topo em fenda cheia	81,5	<i>Eugenia uniflora</i>	BEZERRA <i>et al.</i> , 2002
Copa	Garfagem em dupla fenda	44,2	<i>Eugenia uniflora</i>	FRANZON <i>et al.</i> , 2008
Copa	Garfagem em fenda cheia	60,0	<i>Eugenia uniflora</i>	FRANZON <i>et al.</i> , 2008
Copa	Garfagem em fenda cheia	87,5	<i>Eugenia uniflora</i>	FRANZON <i>et al.</i> , 2010
Copa	Garfagem no topo em fenda cheia	100,0	<i>Genipa americana</i>	PRADO NETO, 2006
Copa	Garfagem em fenda lateral	95,4	<i>Genipa americana</i>	PRADO NETO, 2006
Copa	Encostia	100,0	<i>Hevea brasiliensis</i>	MENDES, 1959a
Copa	Borbulhia	95,0	<i>Hevea brasiliensis</i>	CARDOSO, 1961
Copa	Janela lateral	52,9	<i>Hevea brasiliensis</i>	PEREIRA <i>et al.</i> , 1979
Jardim clonal	Borbulhia	<58,0	<i>Hevea brasiliensis</i>	KALIL FILHO; OLIVEIRA, 1983
Copa	Garfagem de topo em fenda cheia	74,0	<i>Hevea brasiliensis</i>	LEMOS FILHO <i>et al.</i> , 1991
Copa	Borbulhia	-	<i>Hevea brasiliensis</i>	CARDINAL, 2007
Minijardim clonal	Borbulhia	>70,0	<i>Hevea brasiliensis</i>	BORELLI, 2016
Minijardim clonal	Garfagem em fenda cheia	<52,0	<i>Hevea brasiliensis</i>	BORELLI, 2016
Minijardim clonal	Garfagem em fenda lateral	0,0	<i>Hevea brasiliensis</i>	BORELLI, 2016
Copa	Garfagem	<80,0	<i>Ilex paraguariensis</i>	NIKLAS, 1990
Copa	Garfagem	80,0	<i>Ilex paraguariensis</i>	OLISZESKI; NEIVERTH, 2002
Copa	Garfagem em fenda cheia	68,8	<i>Ilex paraguariensis</i>	DOMINGOS; WENDLING, 2006
Copa	Garfagem em fenda cheia	<71,4	<i>Ilex paraguariensis</i>	WENDLING <i>et al.</i> , 2009
Copa	Garfagem em fenda cheia	<68,0	<i>Ilex paraguariensis</i>	SANTIN <i>et al.</i> , 2015
Copa	Garfagem lateral simples	52,0	<i>Myrciaria dubia</i>	FERREIRA; GENTIL, 1997
Copa	Garfagem com fenda lateral	65,0	<i>Myrciaria dubia</i>	FERREIRA; GENTIL, 1997

TABELA 1.8 APLICAÇÕES GERAIS DA ENXERTIA NO RESGATE VEGETATIVO E MULTIPLICAÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS.

					Conclusão
Propágulos	Técnica ¹	Pegamento (%)	Espécie	Referência	
Copa	Garfagem de topo com fenda cheia	34,0	<i>Myrciaria dubia</i>	FERREIRA; GENTIL, 1997	
Copa	Garfagem de topo com fenda a cavalo	9,0	<i>Myrciaria dubia</i>	FERREIRA; GENTIL, 1997	
Copa	Garfagem com fenda lateral	45,0	<i>Myrciaria dubia</i>	SUGUINO <i>et al.</i> , 2003	
Copa	Garfagem com fenda lateral	89,3	<i>Myrciaria dubia</i>	MOREIRA FILHO; FERREIRA, 2009	
Copa	Garfagem com fenda lateral com lingueta	79,3	<i>Myrciaria dubia</i>	MOREIRA FILHO; FERREIRA, 2009	
Copa	Garfagem no topo em fenda cheia	70,0	<i>Plinia trunciflora</i>	MALAGI <i>et al.</i> , 2012	
Copa	Garfagem de topo em fenda cheia	69,2	<i>Plinia cauliflora</i>	SASSO <i>et al.</i> , 2010	
Copa	Garfagem no topo em fenda cheia	53,3	<i>Plinia cauliflora</i>	MALAGI <i>et al.</i> , 2012	
Copa	Garfagem de topo em fenda cheia	72,9	<i>Plinia jaboticaba</i>	SASSO <i>et al.</i> , 2010	
Copa	Garfagem de topo em fenda cheia	67,9	<i>Plinia trunciflora</i>	SASSO <i>et al.</i> , 2010	
Copa	Borbulhia em placa em janela aberta	78,0	<i>Spondias tuberosa</i>	PEDROSA <i>et al.</i> , 1991	
Copa	Garfagem lateral no alburno	95,0	<i>Theobroma grandiflorum</i>	VENTURIERI <i>et al.</i> , 1986	
Copa	Borbulhia de placa	85,0	<i>Theobroma grandiflorum</i>	VENTURIERI <i>et al.</i> , 1986	

¹Técnica aplicada de acordo com a metodologia apresentada na respectiva referência bibliográfica; - Não consta a informação.

3.6 ESTABELECIMENTO DE FLORESTAS CLONAIS COM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS

No Brasil, o gênero *Eucalyptus* possui uma silvicultura clonal já consolidada e em expansão comercial, constituindo o pilar da base do setor madeireiro, de energia, biomassa e, principalmente, da indústria de papel e celulose. Em contrapartida, com raras exceções, espécies nativas com elevado potencial silvicultural têm sido negligenciadas pelo setor florestal brasileiro (INOUE; PUTTON, 2007).

Os estudos relacionados à silvicultura clonal em espécies nativas têm se concentrado em instituições de pesquisas florestais, em sua maioria ainda em estágios iniciais de coleta e avaliação de plantios seminais (testes de progênes e procedências). Em algumas espécies, apesar de haver considerável evolução na silvicultura clonal, com a seleção de materiais genéticos e avaliações em nível de testes clonais a campo, não tem havido o desenvolvimento de trabalhos que possam disseminar tais informações.

Para muitas espécies, apesar de ter sido viabilizada sua propagação vegetativa, pouco ou nada se conhece a respeito de seu comportamento a campo. Entre as quais, destacam-se espécies comprovadamente potenciais como *Cariniana estrellensis*, *Piptadenia gonoacantha*, *Schizolobium amazonicum*, *Anadenanthera macrocarpa*, *Calophyllum brasiliense*, *Calycophyllum spruceanum*, *Cariniana estrellensis*, *Cordia trichotoma*, *Piptocarpha angustifolia*, *Schizolobium amazonicum*, *Schizolobium parahyba* (Tabelas 1.6 e 1.7), dentre outras espécies arbóreas nativas (OLIVEIRA; ZAKIA, 2011; FERREIRA, 2013).

Dentre o reduzido número de espécies arbóreas nativas com silvicultura clonal conhecida, *Hevea brasiliensis* está entre as mais avaliadas. Trabalhos com a espécie foram iniciados no século passado, avaliando a capacidade de enraizamento de diferentes materiais genéticos (GREGORY, 1951; MUZIK 1953; LANE, 1954; WIERSUM, 1955; MUZIK; CRUZADO, 1956; 1958; LEVANDOWSKY, 1958; TOWNSEND, 1958; MENDES, 1959b; TINLEY; GARNER, 1960; TINLEY, 1960; 1961). Inicialmente foram avaliadas a incompatibilidade entre enxertos juvenis e porta-enxertos seminais provenientes das mesmas matrizes a campo (FERWERDA, 1953). Em seguida, iniciaram-se

avaliações de clones produzidos por estaquia a campo, com o objetivo de ampliar a produção de látex (NARAYANAN; MYDIN, 2011) e controlar pragas da espécie (WASTIE *et al.*, 1973).

Os avanços na silvicultura clonal de seringueira geraram índices de produtividade satisfatórios para a cultura, que cada vez mais se estabelece em diferentes regiões do mundo, com produtividade média passando de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (plantios seminais) para 2.500 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (plantios clonais) (GONÇALVES; FONTES, 2009). Nas últimas décadas, além da produção de látex, tem se buscado inserir nos programas de melhoramento a qualidade da madeira, tendo em vista a oferta de madeira da espécie na reformulação dos plantios (OKINO *et al.*, 2004; LEONELLO *et al.*, 2012).

Cultivada há décadas no Brasil, *Ilex paraguariensis* passou a fazer parte recentemente da lista de espécies nativas com potencial comprovado na silvicultura clonal (WENDLING, 2004; WENDLING *et al.*, 2007; SANTIN *et al.*, 2015). Apesar de ainda estar em fase de avaliação a campo, tem apresentado resultados promissores (SANTIN *et al.*, 2015).

Por sua finalidade de uso múltiplo (folhas, ramos e madeira), os estudos avaliando clones de *Ilex paraguariensis* têm sido diversificados (RAKOCEVIC *et al.*, 2006; SANTIN *et al.*, 2015). As informações até o momento indicam que ervais clonais apresentam elevada sobrevivência e produtividade, em comparação a plantios seminais (SANTIN *et al.*, 2015). Algumas pesquisas têm avaliado qualitativamente os plantios clonais, como trabalhos realizados por Rakocevic *et al.* (2006), os quais indicaram que na avaliação de folhas de mudas de *Ilex paraguariensis* produzidas por estaquia e plantadas em sistema de monocultura, foram encontradas maiores concentrações de glicose, frutose, N, compostos fenólicos e tânicos, teofilina, Fe e Mn, em comparação a folhas coletadas de uma floresta primária antropizada. Além disso, os autores verificaram maior produtividade de biomassa comercial (folhas e ramos finos até 7 mm), indicando a estaquia como técnica adequada para a produção clonal de *Ilex paraguariensis*.

Araucaria angustifolia apresenta características muito interessantes à silvicultura brasileira, não apenas pelas qualidades da madeira já comprovadas, mas também pelo elevado potencial produtivo de suas sementes, apreciados pela cultura tradicional, principalmente nos estados do Sul (BASSO, 2010). A silvicultura clonal

de *Araucaria angustifolia* tem seguido duas linhas de produção de mudas, uma por meio da técnica de enxertia, com uso de enxertos juvenis (produção de madeira) e adultos (produção de pinhão), ambas já avaliadas e comprovadas a campo em testes clonais, e uma segunda linha com produção de mudas por estaquia voltada para produção de madeira (WENDLING *et al.*, 2016a, 2016b, 2017).

Clones de *Araucaria angustifolia* apresentaram maior crescimento em DAP (diâmetro a altura do peito) e altura total em comparação a mudas seminais (WENDLING *et al.*, 2016a). Os autores concluíram ainda que clones do sexo feminino, produzidos por meio de estacas apicais foram superiores aos demais. Na comparação de mudas enxertadas com material juvenil (brotações de base de árvores adultas) a campo e mudas seminais, os clones de araucária foram mais uma vez superiores em DAP e altura total (WENDLING *et al.*, 2017). Os autores concluíram também que a estaquia e a enxertia são técnicas potenciais para a produção de mudas de araucária para fins madeireiros, de modo especial a enxertia, recomendada pelo seu baixo custo, além do fato de poder ser utilizada para formação de pomares para produção de sementes e apresentar incremento volumétrico e fator de forma similares a plantas produzidas por sementes.

Algumas espécies nativas, principalmente frutíferas, tem sido foco das avaliações silviculturais de plantios clonais, destacando-se *Theobroma cacao* (ALMEIDA *et al.*, 2009), *Theobroma grandiflorum* (SOUZA *et al.*, 2002). Apesar de lenhosas, os programas de melhoramento destas espécies têm se voltado a produção exclusiva de frutos (ALMEIDA *et al.*, 2009; SOUZA *et al.*, 2002).

O Brasil apresenta uma imensa gama de espécies nativas com potencial silvicultural, seja para produção de madeira ou outros produtos florestais. Contudo, poucas espécies têm realmente obtido êxito na silvicultura brasileira. Em se tratando de silvicultura clonal, o número de espécies avaliadas a campo é ainda menor, geralmente pela falta de conhecimento acerca do potencial produtivo destes materiais e pela indisponibilidade de recursos para essa finalidade (área de plantio, mudas, mão de obra).

Apesar da disponibilidade de informações a respeito da propagação vegetativa de muitas espécies arbóreas nativas, os estudos iniciam sem uma seleção genética adequada, dificultando a avaliação de materiais de qualidade em condições de campo. Por outro lado, trabalhos que visam apenas avaliar a

propagação de espécies lenhosas, são a chave para a viabilização da silvicultura clonal destas, dependendo, dentre outros fatores, da continuidade destes trabalhos a campo, mesmo em níveis experimentais.

Assim, torna-se evidente uma lacuna a ser preenchida na silvicultura clonal brasileira no que diz respeito a utilização de espécies arbóreas nativas. Para ampliar a inserção destas espécies é imprescindível que haja uma maior afinidade entre estudos de propagação vegetativa e avaliação do vigor a campo destes materiais, caso contrário, a aplicação destas espécies, seja para fins ambientais ou produtivos, estará sempre limitada aos estágios experimentais.

3.7 CONCLUSÕES

O resgate vegetativo em espécies arbóreas nativas é viável para um número significativo de espécies, desde que haja coerência entre a técnica aplicada e os objetivos propostos em seu uso. Percebe-se que é necessária uma melhor compreensão das diferentes etapas e objetivos envolvendo a propagação vegetativa de espécies arbóreas nativas. Em estudos onde o objetivo é a produção de flores, frutos ou sementes, deve-se buscar técnicas que mantenham a maturidade dos propágulos. Por outro lado, se o objetivo é a restauração de ecossistemas degradados ou a produção de madeira e folhas, deve-se optar por técnicas que facilitem a propagação vegetativa, ou seja, que ofereçam maior juvenilidade dos propágulos.

A falta de experimentos em condições de campo evidencia a lacuna presente na silvicultura clonal de espécies arbóreas nativas, visto que menos de 10% das espécies citadas nesta revisão apresentam alguma avaliação em condições de campo. Especificamente para fins ambientais, sugere-se a aplicação de estudos comparativos de múltiplas espécies, utilizando métodos padronizados de análise e material de pesquisa (tipo e origem de propágulos), possibilitando assim uma melhor compreensão e aplicação das técnicas de propagação vegetativa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. M. V. C. de; DIAS, L. A. S. dos; SILVA, A. de P. Caracterização agronômica de acessos de cacau. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 4, p. 368-373, 2009.

ALMEIDA, F. C. G. et al. Efeito da quebra da dominância apical no sistema radicular no pegamento em campo de alporques de cajueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 13, n. 1, p. 251-255, 1991.

ALMEIDA, F. C. G. et al. Influência do estiolamento e do ácido indol butírico na formação de raízes do alporque de cajueiro Anão Precoce (*Anacardium occidentale* L.). **Acta Botânica Brasilica**, v. 4, n. 2, p. 9-12, 1990.

ALTOÉ, J. A. et al. Propagação de araçazeiro e goiabeira via miniestaquia de material juvenil. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 312-318, 2011.

BANKAR, G. J. Vegetative propagation in annonas (*Annona squamosa* L.). **Haryana Journal of Horticultural Sciences**, v. 18, n. 1-2, p. 10-13, 1989.

BAPTIST, E. D. C. Plant hormones. **Journal of the Rubber Research Institute of Malaysia**, v. 9, p. 17-39, 1939.

BASSO, C. M. G. A. Araucária e a paisagem do planalto sul brasileiro. **Revista do Direito Público**, v. 5, n. 2, p. 1-11, 2010.

BEER, J. H. Subsistence use and market value of non-timber forest products: the example from Southeast Asia. In: **Status and potential of non-timber products in the sustainable development of tropical forests**, 1990. Proceedings... Kamakura: International Tropical Timber Organization, 1990. p. 9-11.

BERNHARDT, R. **Análise quantitativa e qualitativa do crescimento de caixeta-*Tabebuia cassinoides* (LAM.) DC. – em florestas manejadas, no Município de Iguape/SP**. 61 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

BETANIN, L.; NIENOW, A. A. Propagação vegetativa da corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) por estaquia caulinar e foliar. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 871-880, 2010.

BETTIOL NETO, J. E. et al. Enraizamento de estacas dos porta-enxertos araticum-de-terra-fria (*Rollinia* sp.) e araticum mirim (*Rollinia emarginata* Schtdl.) para anonáceas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 1077-1082, 2006.

BEZERRA, J. E. F. et al. Método de enxertia e idade de porta-enxerto na propagação da pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 21, n. 3, p. 262-265, 1999.

BEZERRA, J. E. F. et al. Propagação de genótipos de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) pelo método de enxertia de garfagem no topo em fenda cheia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 160-162, 2002.

BITENCOURT, J. **Otimização do enraizamento de estacas de plantas adultas de erva-mate**. 162 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

BITENCOURT, J. et al. Enraizamento de estacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hill.) provenientes de brotações rejuvenescidas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, n. 3, p. 277-281, 2009.

BORELLI, K. **Produção de mudas de seringueira em viveiro suspenso**. 87 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

BORTOLINI, M. F. et al. *Tibouchina sellowiana* (Cham.) Cogn.: enraizamento, anatomia e análises bioquímicas nas quatro estações do ano. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 2, p. 159-171, 2008a.

BORTOLINI, M. F. et al. Enraizamento de estacas caulinares de quatro espécies do gênero *Tibouchina* Aubl. (Melastomataceae Juss.). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 14, p. 187-192, 2008b.

BRONDANI, G. E. et al. Ambiente de enraizamento e substratos na miniestaquia de erva-mate. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 3, p. 257-267, 2007.

BRONDANI, G. E. et al. Enraizamento de miniestacas de erva-mate sob diferentes ambientes. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 57, p. 29-38, 2010.

CAMPOS, G. N. F. et al. Clonagem de *Cnidocolus quercifolius* por alporquia. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 743-749, 2015.

CARDINAL, A. B. B.; GONÇALVES, P. S.; MARTINS, A. L. M. Influência de seis porta-enxertos sobre a produção de clones superiores de seringueira. **Bragantia**, v. 66, n. 2, p. 277-284, 2007.

CARDOSO, M. Conservação de hastes de seringueira destinadas a enxertia. **Bragantia**, v. 20, n. 13, p. 513-516, 1961.

CARNEIRO, M. A.; **Crescimento inicial e propagação vegetativa de *Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida Ex Steudel (louro-pardo)**. 65 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2013.

CARPANEZZI, A. A.; CARPANEZZI, O. T. B. **Espécies nativas recomendadas para recuperação ambiental no Estado do Paraná, em solos não degradados**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 52 p. (Embrapa Florestas. Documentos 136).

CASTRO, P. R. et al. Stimulation of root production in *Hevea brasiliensis* cuttings. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 41, n. 1, p. 349-357, 1984.

CASTRO, P. R. et al. Estimulação do enraizamento de estacas de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) pela aplicação de reguladores vegetais. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 44, n. 2, p. 1025-1035, 1987.

CHEESMAN, E. E. The vegetative propagation of cacao. **Empire Journal of Experimental Agriculture**, v. 2, n. 5, p. 40-50, 1934.

CIRIELLO, E.; MORI, E. S. Rooting of guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess) cuttings using indole-butyric acid. **Revista Cerne**, v. 21, n. 4, p. 641-648, 2015.

CONSTANTINO, V.; ZANETTE, F. Produção de borbulhas ortotrópicas para enxertia de *Araucaria angustifolia*. **Acta Biológica Paranaense**, v. 44, n. 1-4, 2016.

CORDEIRO, I. M. C. C. et al. Rooting of juvenile cuttings of *Bertholletia excelsa* under different concentrations of indolebutyric acid. **Agrociencia**, v. 50, n. 2, p. 227-238, 2016.

CUNHA, A. C. M. C. M.; WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Influência da presença ou ausência de folhas no enraizamento de miniestacas de corticeira-do-mato (*Erythrina falcata* Benth) obtidas em sistema hidropônico. Embrapa florestas, 2003 (Comunicado técnico 89).

CUNHA, A. C. M. C. M.; WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Influência da concentração do regulador de crescimento para enraizamento IBA na formação de mudas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax por estaquia. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 49, p. 17-29, 2004.

CUNHA, A. C. M. C. M.; WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Miniestaquia em sistema de hidroponia e em tubetes de corticeira-do-mato. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 1, p. 85-92, 2008.

DANNER, M. A. et al. Enraizamento de jaboticabeira (*Plinia trunciflora*) por mergulhia aérea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 530-532, 2006.

DANNER, M. A. et al. Semihardwood cuttings of *Vochysia bifalcata*. **Scientia Agraria**, v. 11, n. 6, p. 487-491, 2010.

DE SOUSA, S. R. et al. Rooting of cuttings of *Miconia* (Melastomataceae): alternative to produce seedlings for ecological restoration. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 10, n. 3, p. 152-158, 2015.

DELGADO, J. P. M.; YUYAMA, K. Comprimento de estaca de camu-camu com ácido indolbutírico para a formação de mudas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 522-526, 2010.

DIAS, P. C. et al. Propagação vegetativa de progênies de meios-irmãos de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) por miniestaquia. **Revista Árvore**, v. 36, n. 3, p. 389-399, 2012.

DIAS, P. C. et al. Propagação vegetativa de *Schizolobium amazonicum* por estaquia. **Revista Cerne**, v. 21, n. 3, p. 379-386, 2015a.

DIAS, P. C. et al. Resgate vegetativo de árvores de *Anadenanthera macrocarpa*. **Revista Cerne**, v. 21, n. 1, p.83-89, 2015b.

DIJKMAN, M. J. **Hevea: thirty years of research in Far East Flórida**. Miami: Universtiy of Miami Press, 1951. 329 p.

DOMINGOS, D. M.; WENDLING, I. Sobrevivência e vigor vegetativo de plantas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) enxertadas diretamente a campo. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 1, p. 107-112, 2006.

DUARTE, O. R.; FACHINELLO, J. C.; SANTOS FILHO, B. G. Multiplicação da goiabeira serrana através de estacas semilenhosas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 3, p. 513-516, 1992.

DUARTE, O.; HUETE, M.; LUDDERS, P. Propagation of jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* (Mart.) Berg.) by terminal leafy cuttings. **Acta Horticulturae**, n. 452, p. 123-128, 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). **Enxertia de copa em seringueira**. Manaus, 1989. 148 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos 7).

ENDRES, L. et al. Enraizamento de estacas de Pau-Brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) tratadas com ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 886-889, 2007.

FARIA, J. C.; SACRAMENTO, C. K. Enraizamento e crescimento de estacas herbáceas do cacauzeiro (clones Cepec 42, TSH 516 e TSH 1188) em função da aplicação do ácido indol butírico (IBA). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 192-194, 2003.

FARIAS JÚNIOR, J. A. et al. Clonagem de *Cnidocolus quercifolius* por alporquia, utilizando rejeito de vermiculita e diferentes concentrações de IAA. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 81, p. 35-40, 2015.

FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 22 p. (Embrapa Florestas. Documentos 94).

FERREIRA S. A. N.; GENTIL, D. F. O. Propagação assexuada do camu-camu (*Myrciaria dubia*) através de enxertias do tipo garfagem. **Acta Amazonica**, v. 27, n. 3, p. 163-168, 1997.

FERREIRA, B. G. A. et al. Enraizamento de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. pela aplicação de ácido indol butírico e ácido bórico. **Leandra**, v. 16, p. 11-16, 2001.

FERREIRA, B. G. A. et al. Metodologias de aplicação de IBA no enraizamento de estacas semilenhosas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, p. 196-201, 2009.

FERREIRA, B. G. A. et al. Miniestaquia de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax com o uso de ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 1, p. 19-31, 2010.

FERREIRA, B. G. A. et al. *Psychotria nuda* (Cham. & Schltld.) Wawra: rooting of stock plants in different phenophases and environments. **Ciência Florestal**, v. 24, p. 367-378, 2014.

FERREIRA, M. J. **Característica ecofisiológicas de clones de *Bertholletia excelsa* H. & B. em plantios de produção na Amazônia.** 94 f. Tese (Ciências de Florestas Tropicais (CFT)) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2013.

FERRIANI, A. P. et al. Estaquia e anatomia de vassourão-branco. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 2, p. 159-166, 2008.

FERRIANI, A. P. et al. Produção de brotações e enraizamento de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, n. 67, p. 257-264, 2011.

FERWERDA, F. P. A possible explanation of the divergence between juvenile type budgrafts and their seedling mother trees in hevea. **Euphytica**, v. 2, n. 1, p. 15-24, 1953.

FIGUEIREDO, S. L. B.; KERSTEN, E.; SCHUCH, M. W. Efeito do estiolamento parcial e do ácido indolbutírico (IBA) no enraizamento de estacas de ramos de goiabeira-serrana (*Feijoa sellowiana*, Berg). **Scientia Agrícola**, v. 52, n. 1, p. 167-171, 1995.

FONSECA, C. E. L. et al. Propagação vegetativa do jacarandá-da-baía através da estaquia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 1, p. 31-37, 1991.

FRANCO, D. et al. Estaquia como processo de clonagem do bacuripari (*Redhia gardneriana* Miers ex Planch e Triana). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 176-178, 2007.

FRANZON, R. C.; ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. C. B. Efeito do IBA e de diferentes tipos de estaca na propagação vegetativa da goiabeira-serrana (*Acca selowiana* Berg.). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, n. 4, p. 515-518, 2004.

FRANZON, R. C. et al. Propagação da pitangueira através da enxertia de garfagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 488-491, 2008.

FRANZON, R. C. et al. Propagação vegetativa de genótipos de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) do sul do Brasil por enxertia de garfagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 262-267, 2010.

FRASSETTO, E. G. et al. Enraizamento de estacas de *Sebastiania schottiana* Müll. Arg. **Ciência Rural**, v. 40, n. 12, p. 2505-2509, 2010.

KNAPIK, J. G. et al. Influência da época de coleta e da aplicação de ácido indol butírico na propagação por estaquia da *Tibouchina pulchra* (Cham.) Cogn. (quaresmeira). **Iheringia. Série Botânica**, v. 58, n. 2, p. 171-179, 2003.

GATTI, K. C. **Propagação vegetativa de pau mulato (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Schum.), jequitibá (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) e teca (*Tectona grandis* Linn. f.) por miniestaquia**. 72 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

GATTI, K. C. et al. Propagacion vegetativa de jequitiba *Cariniana estrellensis* (Raddi) por miniestaca. **Temas Agrários**, v. 16, n. 2, p. 54-63, 2011.

GONÇALVES, M. D. P. M. et al. Propagação Vegetativa da Aroeira (*Schinus terebinthifolius*) por Alporquia. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S2, p. 363-365, 2007.

GONÇALVES, P. S.; FONTES, J. R. A. Domesticação e Melhoramento da Seringueira. In: BOREM, A.; LOPES, M. T. G.; CLEMENT, C. R.; NODA, H. (Eds).

Domesticação e melhoramento: espécies amazônicas. Viçosa: UFV, 2009, p. 395-423.

GRAÇA, M. E. C. et al. **Estaquia de erva-mate.** Colombo: Embrapa-CNPQ, 1988.

GRATIERI-SOSSELLA, A.; PETRY, C.; NIENOW, A. A. Propagação da corticeira do banhado (*Erythrina crista-galli* L.) (Fabaceae) pelo processo de estaquia. **Revista Árvore**, v. 32, n. 1, p. 163-171, 2008.

GREENWOOD, C. R.; DELQUADRI, I; HALL, R. V. Longitudinal effects of Classwide peer tutoring. **Journal of Educational Psychology**, v. 81, p. 371-383, 1989.

GREENWOOD, M. S. Juvenility and maturation in conifers: current concepts. **Tree Physiology**, v. 15, n. 7/8, p. 433-438, 1995.

GREGORY, L. E. Una nota sobre el enraizamiento de clones de *Hevea*. **Turrialba**, v. 1, p. 201-203, 1951.

GURGEL, J. T. A.; GURGEL-FILHO C. A. Métodos de enxertia para o pinheiro brasileiro *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Ktze., visando à formação de pomares de sementes. **Silvicultura em São Paulo**, v. 6, p. 153-155, 1967.

HACKETT, W. P. Donor plant maturation and adventitious root formation. In: DAVIES, T.; HAISSIG, B.; SANKHLA, N. (Ed.). **Adventitious root formation in cuttings.** Portland: Dioscorides Press, 1987. p. 11-28.

HAN, Y. et al. Reciprocal grafting separates the roles of the root and shoot in sex-related drought responses in *Populus cathayana* males and female. **Plant, Cell and Environment**, v. 36, p. 356-364, 2013.

HARTMANN, H. T. et al. **Hartmann and Kester's Plant propagation: principles and practices.** 8. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 915 p.

HERNANDEZ, W. et al. Propagação vegetativa do Jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) KUNTZE) por estaquia. **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p. 955-967, 2013.

HERNANDEZ, W. et al. Propagação vegetativa do pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha* (MART.) MACBR.) por estaquia. **Revista Árvore**, v. 36, n. 5, p. 813-823, 2012.

HIGA, R. C. V. Estaquia de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire): resultados preliminares. **Silvicultura em São Paulo**, v. 8, n. 28, p. 304-305, 1983.

INOUE, M. T.; PUTTON, V. Macropropagação de 12 espécies arbóreas da floresta ombrófila mista. **Revista Floresta**, v. 37, n. 1, 2007.

IRITANI, C.; SOARES, R. V.; GOMES, A.V. Aspectos morfológicos da aplicação de reguladores de crescimento nas estacas de *Ilex paraguariensis* St. Hilaire. **Acta Biológica Paranaense**, v. 15, p. 21-45, 1986a.

IRITANI, C.; SOARES, R. V.; GOMES, A.V. Aspectos morfológicos da ação de reguladores do crescimento em estacas de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. **Acta Biológica Paranaense**, v. 15, n. 1/4, p. 1-20, 1986b.

KAGEYAMA, P. Y.; FERREIRA, M. Propagação vegetativa por enxertia *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, v. 12, p. 95-102, 1975.

KALIL FILHO, A. N.; OLIVEIRA, R. P. **Propagação vegetativa de clones de seringueira na região de Altamira, PA**. Altamira: Embrapa-UEPAE, 1983.

KIELSE, P. et al. Production and rooting of *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. mini-cuttings collected from mini-stumps of asexual and seminal origin. **Ciência Rural**, v. 45, n. 7, p. 1164-1166, 2015.

KIELSE, P. et al. Propagação vegetativa de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steudel por estaquia radicular. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p. 59-66, 2013.

KRATZ, D. et al. Produção de mudas de erva-mate por miniestaquia em substratos renováveis. **Revista Floresta**, v. 45, n. 3, p. 609-616, 2015.

KRATZ, D. et al. Epicormic shoots induction and rooting cuttings of *Calophyllum brasiliense*. **Revista Cerne**, v. 22, n. 4, p. 365-372, 2016.

LANE, E. V. The early days of rubber in Ceylon. **Indian Rubber Journal**, v. 127, n. 10, p. 4, 1954.

LATTUADA, D. S.; SPIER, M.; SOUZA, P. V. D. de. Pré-tratamento com água e doses de ácido indolbutírico para estaquia herbácea de pitangueiras. **Ciência rural**, v. 41, n. 12, p. 2073-2079, 2011.

LEANDRO, R. C.; YUYAMA, K. Enraizamento de estacas de castanha-de-cutia com uso de ácido indolbutírico. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p. 597-602, 2008.

LEDERMAN, I. E. et al. Propagação vegetativa do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) e da gravioleira (*Annona muricata* L.) através da alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 13, n. 1, p. 55-58, 1991.

LEITE, G. L. D. et al. Efeito do IBA sobre a qualidade e fitossanidade dos alporques de influência da *Caryocar brasiliense* Camb (Caryocaraceae). **Revista Árvore**, v. 31, n. 2, p. 315-320, 2007.

LEITE, J. B. V.; MARTINS, A. B. G. Efeito do ácido indolbutírico e época de coleta no enraizamento de estacas semi-lenhosas do cacauero. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, p. 204-208, 2007.

LEMOS FILHO, J. P. **Aspectos fisiológicos e biometereológicos relacionados com a técnica de mini-enxertia da seringueira (*Hevea* spp.)**. 126 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

LEONELLO, E. C. et al. Classificação estrutural e qualidade da madeira do clone GT 1 de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 2, p. 229-235, 2012.

LEVANDOWSKY, D. W. **Propagation of Clonal *Hevea brasiliensis* by Cuttings**. Saigon: Agriculture Division, U.S.O.M, 1958.

LIMA, A. K. C. et al. Propagação de cajarana (*Spondias* sp.) e cirigüela (*Spondias purpurea*) por meio de estacas verdes enfolhada, nas condições climáticas de Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, v. 15, n. 1/2, p. 33-38, 2002.

LIMA, D. M. et al. Capacidade de enraizamento de estacas de *Maytenus muelleri* Schwacke com a aplicação de ácido indol butírico relacionada aos aspectos

anatômicos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 4, p. 422-438, 2011.

LIMA, D. M. D. et al. Rooting of espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek) minicuttings on different substrates. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 2, p. 617-623, 2009.

LIMA, D. M. et al. Substratos e auxinas no enraizamento de estacas caulinares de espinheira-santa. **Scientia Agraria**, v. 9, p. 85-89, 2008.

LOPES, S. **Biologia essencial**. São Paulo: Saraiva, 2003.

LUCENA, R. J. et al. Níveis de anelamento, IBA e proteção do substrato na clonagem de *Cnidocolus quercifolius* por alporquia. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 2, p. 173-184, 2014.

MALAGI, G. et al. Enxertia interespecífica de jabuticabeira: influência do tipo de garfo. **Ciência Rural**, v. 42, n. 2, p. 221-224, 2012.

MANTOVANI, N. C.; OTONI, W. C.; GRANDO, M. F. Produção de explantes através da alporquia para o cultivo in vitro do urucum (*Bixa orellana* L.). **Revista Brasileira de Biociência**, Suplemento, v. 5, n. 2, p. 597-599, 2007.

MANTOVANI, N. C. et al. Resgate vegetativo por alporquia de genótipos adultos de urucum (*Bixa orellana* L.). **Ciência Florestal**, v. 20, n. 3, p. 403-410, 2010.

MARTÍNEZ-BALLESTA, M. C. et al. Physiological aspects of rootstock–scion interactions. **Scientia Horticulturae**, v. 127, n. 2, p. 112-118, 2010.

MARTINS, I. S.; MARTINS, R. C.; DIÓGENES, A. G. Produção de miniestacas em minicepas de *Dipteryx alata* Vogel (Barú). **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 19, n. 1, 2012.

MARTINS, W. A. et al. Estaquia e concentração de reguladores vegetais no enraizamento de *Campomanesia adamantium*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 38, n. 1, p. 58-64, 2015.

MEDRADO, M. J. S.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; COSTA, J. D. Alterações anatômicas em estacas de seringueira (*Hevea brasiliensis* clone RRIM 600) em

resposta a diferentes técnicas de indução de enraizamento. **Scientia Agricola**, v. 52, p. 89-95, 1995.

MEDRADO, M. J. S. et al. **Recuperação de ervais degradados**. Colombo: Embrapa Florestas, 6 p. 2002. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico 86).

MEI, L. et al. Whole-tree dynamics of non-structural carbohydrate and nitrogen pools across different seasons and in response to girdling in two temperate trees. **Oecologia**, v. 177, n. 2, p. 333-344, 2015.

MEIER, A. R.; SAUNDERS, M. R.; MICHLER, C. H. Epicormic buds in trees: a review of bud establishment, development and dormancy release. **Tree Physiology**, v. 32, n. 5, p. 565-584, 2012.

MELO, L. A.; DAVIDE, A. C.; TEIXEIRA, L. A. F. Metodologia para resgate de matrizes e enraizamento de estacas de *Eremanthus erythropappus*. **Revista Cerne**, v. 18, n. 4, p. 631-638, 2012.

MENDES, L. O. T. Considerações sobre a enxertia da seringueira. **Bragantia**, v. 18, n. 11, p. 141-159, 1959a.

MENDES, L. O. T. A multiplicação da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) por meio de estacas. **Bragantia**, v. 18, n. 17, p. 245-274, 1959b.

MIELKE, M. S. et al. Comportamento fisiológico de goiabeira serrana quando multiplicada por mergulhia de cepa. **Scientia Agricola**, v. 51, n. 1, 1994.

MONTEIRO, W. R.; MARQUES, J. R. B.; PACHECO, E. R. Produção de mudas de seringueira por meio do enraizamento de estacas coletadas em plantas adultas. **Agrotropica**, v. 27, n. 2, p. 191-198, 2015.

MOREIRA FILHO, M.; FERREIRA, S. A. D. N. Cloning of shrubby camu-camu on shrubby and arboreal camu-camu rootstocks. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 1202-1205, 2009.

MORISSET, J. B. et al. Does past emergence of epicormic shoots control current composition of epicormic types?. **Annals of forest science**, v. 69, n. 2, p. 139-152, 2012.

MÜLLER, C. H. **Quebra da dormência da semente e enxertia em castanha-do-Brasil**. Embrapa - CPATU, 1982. 40p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos 16).

MUZIK, T. J. Growth and regeneration in *Hevea* seedlings. **Science**, v. 117, p. 555-556, 1953.

MUZIK, T. J.; CRUZADO, H. J. Formation and rooting of adventitious shoots in *Hevea brasiliensis*. **American Journal of Botany**, v. 43, n. 7, p. 503-508, 1956.

MUZIK, T. J.; CRUZADO, H. J. Transmission of juvenile rooting ability from seedlings to adults of *Hevea brasiliensis*. **Nature**, v. 181, n. 4618, p. 1288, 1958.

NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C. Efeito de substratos e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 1, p. 34-39, 1995.

NACHTIGAL, J. C. et al. Enraizamento de estacas semilenhosas de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine) com o uso do ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 16, p. 229-235, 1994.

NAGAOKA, R. E. et al. Efeito do AIB no desenvolvimento de mudas clonais em genótipos de erva-mate. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 1182-1191, 2013.

NARAYANAN, C.; MYDIN, K. K. Breeding for Disease Resistance in *Hevea* spp. - Status, Potential Threats, and Possible Strategies. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON GENETICS OF HOST-PARASITE INTERACTIONS IN FORESTRY: Disease and Insect Resistance in Forest Trees, 4., 2011, Eugene. **Proceedings...** Eugene: USDA, 2011. p. 240-251.

NAZARO, P.; WENDLING, I.; SOUZA, L. P. de. Enraizamento de estacas de *Luehea divaricata* sob diferentes concentrações de ácido indolbutírico. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 54, p. 139-143, 2007.

NERY, F. S. G.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S. Enraizamento de *Psychotria nuda* (Cham. Schltl.) Wawra (Rubiaceae) nas quatro estações do ano. **Ciência Florestal**, v. 24, p. 243-250, 2014.

NEUBERT, V. F. **Propagação vegetativa do vinhático (*Plathymenia foliolosa* Benth) por miniestaquia**. 38 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

NEVES, T. S. et al. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 12, p. 1699-1705, 2006.

NIENOW, A. A. et al. Enraizamento de estacas de quaresmeira em duas épocas e concentrações de ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 16, n. 1-4, p. 139-142, 2010.

NIKLAS, O. C. Injertacion de yerba mate. **Citrus Misiones**, v. 20, p. 7-9, 1990.

OKINO, E. Y. A. et al. Chapa aglomerada de cimento-madeira de *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. **Revista Árvore**, v. 28, n. 3, p. 451-457, 2004.

OLESEN, P. O. On cyclophysis and topophysis. **Silvae Genetica**, v. 27, p. 173-178, 1978.

OLISZESKI, A.; NEIVERTH, D. D. Recuperação de erveiras nativas por enxertia. **Boletim de pesquisas florestais**, n. 44, p. 127-132, 2002.

OLIVA CRUZ, C. A. Efecto de fitorreguladores enraizantes y la temperature en el enraizamento de estacas de *Myrciaria dubia* (H.B.K) McVaugh, camu camu arbustivo, em Ucayali-Perú. **Folia Amazônica**, v. 14, n. 2, p. 19-25, 2005a.

OLIVA CRUZ, C. A. Efecto de los ácidos naftalenacético e indolbutírico en el enraizamento de estacas de *Myrciaria dubia* (H.B.K) McVaugh, camu-camu. **Folia Amazônica**, v. 14, n. 2, p. 27-33, 2005b.

OLIVA CRUZ, C. A.; LÓPES, A. Efecto del ácido naftalenacético em el enraizamento de estacas de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh), camu-camu. **Folia Amazonica**, v. 14 n. 2, p. 43-49, 2005.

OLIVEIRA, M. C. et al. **Enraizamento de estacas para produção de mudas de espécies nativas de matas de galeria**. Brasília: Embrapa Cerrados. 2001. 4 p. (Embrapa Cerrados. Recomendação Técnica 41).

OLIVEIRA, M. C.; RIBEIRO, J. F. Enraizamento de estacas de *Euplassa inaequalis* (Pohl) Engl. de mata de galeria em diferentes estações do ano. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 4, p. 991-999, 2013.

OLIVEIRA, R. E.; ZAKIA, M. J. B. Elaboração de lista de espécies arbóreas nativas para silvicultura e modelos de uso múltiplo. In: Encontro brasileiro de silvicultura, 2., 2011, Campinas. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2011.

OLIVEIRA, T. P. D. F. et al. Productivity of polyclonal minigarden and rooting of *Handroanthus heptaphyllus* Mattos minicuttings. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 2423-2432, 2015a.

OLIVEIRA, T. P. D. F. et al. Efeito do ácido indol-3-butírico (IBA) no enraizamento de miniestacas de ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus* MATTOS). **Ciência Florestal**, v. 25, n. 4, p. 1043-1051, 2015b.

PACHECO, J. P.; FRANCO, E. T. H. Ácido indolbutírico em diferentes diâmetros na estaquia de *Luehea divaricata*. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1624-1629, 2008.

PARAJARA, F. C. **Propagação vegetativa e desenvolvimento de mudas de espécies nativas por estaquia de ramos herbáceos**. 71 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2015.

PAULA, L. A. et al. Efeito do ácido indolbutírico e raizon no enraizamento de estacas herbáceas e lenhosas de umbuzeiro herbáceas e lenhosas de umbuzeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, n. 3, p. 411-414, 2007.

PEDROSA, A. C. et al. Métodos de enxertia do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam) em viveiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 13, n. 1, p. 59-62, 1991.

PEÑA PEÑA, M. L. **Propagação vegetativa de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) por estaquia e miniestaquia**. 90 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

PEÑA PEÑA, M. L.; ZANETTE, F.; BIASI, L. A. Época de coleta e ácido indolbutírico no enraizamento de miniestacas de pitangueira. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 5, p. 3055-3068, 2015a.

PEÑA PEÑA, M. L.; ZANETTE, F.; BIASI, L. A. Miniestaquia a partir de minicepas originadas por enxertia de pitangueira adulta. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 3, p. 397-306, 2015b.

PEREIRA, J. P.; CARMO, C. A. F. S. Práticas culturais em seringueira. **Informe Agropecuário**, v. 11, n. 121, p. 26-29, 1985.

PEREIRA, J. P. et al. Enxertia meristemática da seringueira I. Viabilidade potencial e resultados obtidos em ensaios exploratórios. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 14, n. 1, p. 63-68, 1979.

PEREIRA, J. P.; LEAL, A. C. Efeito do período de inverno sobre o desempenho da propagação precoce da seringueira (*Hevea* spp.). **Agrotropica**, v. 24, n. 2, p. 91-98, 2012.

PEREIRA, M. **Propagação via estacas apicais, caracterização morfológica e molecular de jabuticabeiras (*Myrciaria* spp)**. 86 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PEREIRA, M. et al. Efeitos de substratos, valores de pH, concentrações de AIB no enraizamento de estacas apicais de jabuticabeira [*Myrciaria jabuticaba* (Vell.) O. Berg.]. **Scientia Forestalis**, v. 69, p. 84-92, 2005.

PESCADOR, R. et al. Estaquia de Pariparoba-do-Rio Grande do Sul sob efeito do ácido indol-butírico em dois substratos. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 4, p. 391-398, 2007.

PIKE, E. E. The vegetative propagation of cacao. II. Softwood cuttings. **Annual Report on Cacao Research**, n. 2, p. 3-9, 1933.

PIMENTA, A. C. et al. Interações entre reguladores vegetais, épocas do ano e tipos de substrato no enraizamento de estacas caulinares de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. (Pau-de-leite). **Boletim de Pesquisa Florestal**, v. 50, p. 53-67, 2005.

PINHEIRO, E. et al. **A enxertia de copa na formação de seringais de cultivo nos trópicos úmidos da Amazônia**. Belém: FCAP, 1988. 27p. (FCAP. Informe Técnico 13).

CARPANEZZI, A. A.; CARPANEZZI, O. T. B. **Espécies nativas recomendadas para recuperação ambiental no Estado do Paraná, em solos não degradados.** Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 52 p. (Embrapa Florestas. Documentos 136).

PINTO, L. S. et al. Indução do enraizamento de estacas de araticum-de-porco pela aplicação de fitorreguladores. **Scientia Agraria**, v. 4, n. 1-2, p. 41-45, 2003.

PIRES, P. P.; WENDLING, I.; BRONDANI, G. Ácido indolbutírico e ortotropismo na miniestaquia de *Araucaria angustifolia*. **Revista Árvore**, v. 37, n. 3, p. 393-399, 2013.

PIRES, P. et al. Sazonalidade e soluções nutritivas na miniestaquia de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. **Revista Árvore**, v. 39, n. 2, p. 283-293, 2015.

PRADO NETO, M. **Germinação de sementes e enxertia de jenipapeiro.** 46 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2006.

PURSEGLOVE, J. W. **Tropical Crops: Dicotyledons 2.** London: Longman, 1968, p. 570-598.

RAKOCEVIC, M. et al. Influência do sexo, da sombra e da idade de folhas no sabor do chimarrão. **Análise**, v. 8, p. 10, 2006.

REZENDE, A. A. **Enraizamento de estacas de candeia *Eremanthus erytropappus* (DC.) MacLeish.** 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

RICKLI, H. C. et al. Origem de brotações epicórmicas e aplicação de ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de *Vochysia bifalcata* Warm. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 2, p. 385-393, 2015.

RIOS, M. N. S.; RIBEIRO, J. F. Enraizamento de estacas de cinco espécies de mata de galeria em diferentes épocas do ano. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, p. 1524, 2014.

ROBINSON, W.; WAREING, P. F. Experiments on the juvenile-adult phase change in some woody species. **New Phytology**, v. 68, p. 67-78, 1969.

ROCHA M. G. B. et al. Propagação vegetativa de espécies arbóreas nativas. In: M.G.B. Rocha. Melhoramento de espécies arbóreas nativas. Belo Horizonte: Instituto Estadual de Florestas. 2002. 173 p.

SAMPAIO, P. D. T. B.; PARENTE, R. C. P.; NODA, H. Enraizamento de estacas de material juvenil de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke – Lauraceae). **Acta Amazonica**, v. 19, p. 391-400, 1989.

SAMPAIO, P. D. T. B. et al. Biomassa da rebrota de copas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) em plantios sob sombra parcial em floresta primária. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 4, p. 491-494, 2005.

SAMPAIO, P. D. T. B. et al. Avaliação rebrota da copa das árvores de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) em sistema de podas sucessivas. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 1, p. 55-60, 2007.

SANTIN, D. et al. Poda e anelamento em erva-mate (*Ilex paraguariensis*) visando a indução de brotações basais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 56, p. 97-104, 2008.

SANTIN, D. et al. Sobrevivência, crescimento e produtividade de plantas de erva-mate produzidas por miniestacas juvenis e por sementes. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 571-579, 2015.

SANTOS, A. J. et al. Produtos não madeireiros: conceituação, classificação, valoração e mercados. **Revista Floresta**, v. 33, n. 2, p. 215-224, 2003.

SANTOS, J. D. P. D. et al. Rooting of lignified cuttings from forest species. **Revista Cerne**, v. 17, n. 3, p. 293-301, 2011.

SANTOS JÚNIOR, A. J. et al. Enraizamento de estacas, crescimento e respostas anatômicas de mudas clonais de cacaueteiro ao ácido indol-3-butírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, p. 1071-1082, 2008.

SASSO, S. A. Z. **Propagação vegetativa de jabuticabeira**. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica do Paraná, Pato Branco, 2012.

SASSO, S. A. Z.; CITADIN, I.; DANNER, A. M. Propagação de jabuticabeira por enxertia e alporquia. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 571-576, 2010.

SCALOPPI JÚNIOR, E. J. **Propagação de espécies de Annonaceae com estacas caulinares**. 87 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

SCALOPPI JÚNIOR, E. J.; MARTINS, A. B. G. Clonagem de quatro espécies de Annonaceae potenciais como porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 283-289, 2003.

SCARPARE FILHO, J. A.; TESSAROLI NETO, J.; COSTA JÚNIOR, H. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de jabuticabeira 'Sabará' (*Myrciaria jaboticaba*) em condições de nebulização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 21, n. 2, p. 146-149, 1999.

SCHUCH, S. L. C.; LAZZARI, A. L. F. Dados preliminares sobre a recuperação de ervais improdutivos através da prática da decepa. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10., 1983, Curitiba. **Anais...**, Curitiba: Embrapa-CNPQ, 1985. P. 109-110. (Documentos, n. 15).

SCHWENGBER, J. E.; DUTRA, L.; KERSTEN, E. Efeito do sombreamento da planta matriz e do PVP no enraizamento de estacas de ramos de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 6, p. 30-34, 2000.

SILVA, C. P. **Enraizamento de estacas de pinheira (*Annona squamosa* L.), gravioleira (*Annona muricata* L.) e atemoeira (*Annona squamosa* L. x *Annona cherimola* L.) tratadas com ácido indolbutírico (IBA), ácido naftalenoacético (NAA) e bioestimulante**. 140 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

SILVA, F. V. C. et al. Propagação vegetativa de camu-camu por estaquia: efeito de fitorreguladores e substratos. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 3, n. 2, p. 92-98, 2010a.

SILVA, R. L. et al. Propagação clonal de guanandi (*Calophyllum brasiliense*) por miniestaquia. **Agronomía Costarricense**, v. 34, n. 1, p. 99-104, 2010b.

SILVA, I. C. **Propagação vegetativa de *Ocotea puberula* Benth e Hook e *Ocotea pretiosa* Nees pelo método da estaquia**. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1984.

SILVA, L. L. H. et al. Ácido indol acético e ácido indol butírico na clonagem de *Cnidoscolus quercifolius* Poh. pelo processo de macroestaquia. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 2, p. 90-96, 2013.

SODRÉ, G. A.; CORA, J. E. Substratos para enraizamento de miniestacas de cacaueteiro. **Agrotrópica**, v. 19, p. 39-42, 2007.

SOUZA, A. D. G. C.; DE RESENDE, M. D. V.; LOPES, S. E. The cupuaçu genetic improvement program at Embrapa Amazônia Ocidental. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 2, n. 3, p. 471-478, 2002.

SOUZA, C. C. **Propagação vegetativa de Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) e Guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake) por miniestaquia**. 78 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

SOUZA, F. X.; LIMA, R.N. Enraizamento de estacas de diferentes matrizes de cajazeira. **Revista Ciência agrônômica**, v. 36, n. 2, p. 189-194, 2005.

STUEPP, C. A. et al. Propagação de erva-mate utilizando brotações de anelamento e decepta em matrizes de duas idades. **Revista Cerne**, v. 21, n. 4, p. 519-526, 2015.

STUEPP, C. A. et al. Indução de brotações epicórmicas por meio de anelamento e decepta em erva-mate. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 3, p. 1009-1022, 2016a.

STUEPP, C. A. et al. Quality of clonal plants of *Piptocarpha angustifolia* in different renewable substrates and seasons of the year. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 11, p. 1821-1829, 2016b.

STUEPP, C. A. et al. Propagação vegetativa de erva-mate: idade das plantas matrizes, estações do ano e ácido indol butírico. **Revista Árvore**, 2017a. No prelo.

STUEPP, C. A. et al. Idade fisiológica de plantas matrizes no enraizamento de brotações epicórmicas de erva-mate. **Ciência Florestal**, 2017b. No Prelo.

STUEPP, C. A. et al. Successive cuttings collection in *Piptocarpha angustifolia* mini-stumps: effects on maturation, root formation and root vigor. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 2017c. No Prelo.

SUGUINO, E. et al. Propagação vegetativa de camu-camu por meio de enxertia intergenérica na família Myrtaceae. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 12, p. 1477-1482, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

TELEGINSKI, F. **Propagação vegetativa e germinação de sementes de *Campomanesia xanthocarpa* Mart. ex O. Berg.** 91 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

TINLEY, G. H. Developments in the propagation of clones of *Hevea brasiliensis* by cuttings. **Nature**, v. 186, p. 407-408, 1960.

TINLEY, G. M. Effects of ferric dimethyldithio-carbamate on the rooting of cuttings of *Hevea brasiliensis*. **Nature**, v. 191, n. 4794, p. 1217-1218, 1961.

TINLEY, G. H.; GARNER, R. J. Developments in propagation of clones of *Hevea brasiliensis* by cuttings. **Nature Publishing Group**, v. 186, p. 407-408, 1960.

TOWNSEND, C. H. T. Progress in developing superior *Hevea* clones in Brazil. **Economic Botany**, v. 14, n. 3, p. 189-196, 1958.

VALENTINI, C. M. A. et al. Propagação de *Siparuna guianensis* Aublet (Siparunaceae) por estaquia caulinar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 3, p. 495-501, 2011.

VALMORBIDA, J. et al. Enraizamento de estacas de *Trichilia catigua* A. Juss (catigua) em diferentes estações do ano. **Revista Árvore**, v. 32, n. 3, p. 435-442, 2008.

VENTURIERI, G. A.; MARTEL, J. H. I.; MACHADO, G. M. E. Enxertia do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Wild ex Spreng) Schum) com uso de gemas e garfos com e sem toalete. **Acta Amazonica**, v. 16, p. 27-40, 1986.

WASTIE, R. L.; CHEE, K. H.; LIM, T. M. Screening clones of *Hevea brasiliensis* for disease resistance-a review. **Planter**, v. 49, n. 565, p. 164-169, 1973.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. **Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 187-194, 2001.

WENDLING, I. **Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire): estado da arte e tendências futuras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 46 p. (Embrapa Florestas. Documentos 91).

WENDLING, I.; FERRARI, M. P.; DUTRA, L. F. **Produção de mudas de corticeira-do-mato por miniestaquia a partir de propágulos juvenis**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 5p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico 130).

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 289-292, 2007.

WENDLING, I. et al. Indução de brotações epicórmicas ortotrópicas para a propagação vegetativa de árvores adultas de *Araucaria angustifolia*. **Agronomía Costarricense**, v. 33, n. 2, p. 309-319, 2009.

WENDLING, I. **Enxertia e florescimento precoce em *Araucaria angustifolia***. Embrapa florestas, 2011, 7p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico 272).

WENDLING, I. et al. Vegetative propagation of adult *Ilex paraguariensis* trees through epicormic shoots. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 1, p. 117-125, 2013.

WENDLING, I.; TRUEMAN, S. J.; XAVIER, A. Maturation and related aspects in clonal forestry-Part I: concepts, regulation and consequences of phase change. **New Forests**, v. 45, n. 4, p. 449-471, 2014a.

WENDLING, I.; TRUEMAN, S.; XAVIER, A. Maturation and related aspects in clonal forestry-part II: reinvigoration, rejuvenation and juvenility maintenance. **New Forests**, v. 45, n. 4, p. 473-486, 2014b.

WENDLING, I.; BRONDANI, G. Vegetative rescue and cuttings propagation of *Araucaria angustifolia*. **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, p. 93-104, 2015.

WENDLING, I.; STUEPP, C. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Araucaria clonal forestry: types of cuttings and mother tree sex in field survival and growth. **Revista Cerne**, v. 22, n. 1, p. 19-26, 2016a.

WENDLING, I.; STUEPP, C. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. *Araucaria angustifolia* grafting techniques, environments and origin of propagation material. **Revista Bosque**, v. 37, n. 2, p. 285-293, 2016b.

WENDLING, I.; STUEPP, C. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Clonal forestry of *Araucaria angustifolia*: plants produced by grafting and cuttings can be used for wood production. **Revista Árvore**, 2017. No prelo.

WIERSUM, L. K. Observations on the rooting of *Hevea* cuttings. **Archives of Rubber Cultivation**, v. 32, n. 2, p. 213-243, 1955.

XAVIER, A. et al. Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p. 139-143, 2003a.

XAVIER, A.; SANTOS, G. D.; OLIVEIRA, M. D. Enraizamento de miniestaca caulinar e foliar na propagação vegetativa de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 351-356, 2003b.

XAVIER, A.; SILVA, R. L. da. Evolução da silvicultura clonal de *Eucalyptus* no Brasil. **Agronomía Costarricense**, v. 34, n. 1, p. 93-98, 2010.

XAVIER, A.; WENDLING, I. SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. 2. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2013. 278p.

YIN, et al. Graft-union development: a delicate process that involves cell–cell communication between scion and stock for local auxin accumulation. **Journal of experimental botany**, v. 63, n. 11, p. 4219-4232, 2012.

ZANETTE, F.; OLIVEIRA, L. S.; BIASI, L. A. Grafting of *Araucaria angustifolia* (BERTOL.) kuntze through the four seasons of the year. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1364-1370, 2011.

ZEM, L. M. et al. Estaquia caulinar herbácea e semilenhosa de *Drimys brasiliensis*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 2, p. 396-403, 2015a.

ZEM, L. M. et al. Rooting of semihardwood cuttings of cataia collected in four seasons. **Ciência Rural**, v. 45, n. 10, p. 1815-1818, 2015b.

4 CAPÍTULO II: COLETAS SUCESSIVAS DE MINIESTACAS EM MINICEPAS DE *Piptocarpha angustifolia*: EFEITO SOBRE A MATURAÇÃO, ENRAIZAMENTO E VIGOR RADICIAL

RESUMO

Os reduzidos percentuais de germinação de sementes e de enraizamento de estacas de *Piptocarpha angustifolia* têm limitado sua evolução silvicultural. Objetivou-se estudar o efeito de sucessivas coletas de miniestacas em minicepas cultivadas em sistema semi-hidropônico sobre a maturação e o potencial de multiplicação via miniestaquia, por meio da avaliação da sobrevivência, produtividade das minicepas, enraizamento e vigor radicial das miniestacas. Foram realizadas 32 coletas de brotações durante dois anos em minijardim clonal. A partir destas, foram instalados experimentos de miniestaquia em cada estação do ano. Foram preparadas miniestacas de 8 ± 1 cm, plantadas em caixas com vermiculita e casca de arroz carbonizada (1:1 v/v) e acondicionadas em casa de vegetação. Transcorridos 70 dias avaliaram-se o enraizamento, vigor radicial e vegetativo das miniestacas. A boa sobrevivência de minicepas (68%) e produção anual de miniestacas por metro quadrado (2.227) refletem a eficiência do sistema semi-hidropônico para a espécie. Os melhores percentuais de enraizamento foram verificados na primavera/2014 (71,3%) e vigor radicial no verão/2013 (número de raízes = 8,9) e verão/2014 (comprimento médio das três maiores raízes = 11,7 cm). O aumento do enraizamento, taxa de multiplicação e vigor radicial indicam não haver maturação no decorrer das coletas de miniestacas em minicepas de *Piptocarpha angustifolia*.

Palavras-chave: “Vassourão-branco”, propagação vegetativa, idade ontogenética, rizogênese, taxa de multiplicação, juvenilidade.

**SUCCESSIVE MINI-CUTTINGS COLLECTION IN *Piptocarpha angustifolia*
MINI-STUMPS: EFFECTS ON MATURATION, ADVENTITIOUS ROOT INDUCTION
AND ROOT VIGOR**

ABSTRACT

The low percentage of seed germination and adventitious root induction in cuttings of *Piptocarpha angustifolia* has limited its silvicultural evolution. So, we studied the effect of tissue maturation on successive collects of mini-cuttings on mini-stumps grown in a semi-hydroponic system and potential multiplication via mini-cuttings technique, by assessing survival, productivity of mini-stumps and adventitious rooting and mini-cuttings root vigor. We made 32 sprout collects during two years in clonal mini-garden. From these, mini-cuttings experiments were installed in each season. Mini-cuttings of 8 ± 1 cm long were prepared, planted in boxes with vermiculite and carbonized rice husk (1:1 v/v) and placed in the greenhouse. After 70 days we evaluated adventitious rooting percent and adventitious root and aerial vigor of the mini-cuttings. The good survival of mini-stumps (68%) and the annual production of mini-cuttings per square meter (2227) reflect the efficiency of the semi-hydroponics system for the species. The best percentage of adventitious rooting was observed in Spring/2014 (71.3%) and root vigor in Summer/2013 (number of roots = 8.9) and Summer/2014 (three major root average length = 11.7 cm). Increasing rooting, multiplication rate and root vigor indicate no maturity in the course of mini-cuttings collects in *Piptocarpha angustifolia* mini-stumps.

Key words: “Vassourão-branco”, vegetative propagation, ontogenetic age, multiplication rate, root induction, juvenility.

4.1 INTRODUÇÃO

Piptocarpha angustifolia Dusén ex Malme, conhecida popularmente como vassourão-branco, ocorre naturalmente na Floresta Ombrófila Mista, como espécie secundária inicial (CARVALHO, 2003; FOSSATI; NOGUEIRA, 2009). Seu elevado vigor e características fenotípicas atraentes à indústria madeireira fazem dela potencial para utilização silvicultural. No entanto, sua propagação sexuada incipiente, com destaque para os baixos índices de germinação, lentidão e desuniformidade (FOSSATI; NOGUEIRA, 2009) indicam a necessidade do aprimoramento de técnicas de propagação vegetativa.

A silvicultura clonal tem gerado ganhos significativos à produção de madeira no Brasil e no mundo (ROSADO *et al.*, 2012). Um dos desafios tem sido superar os efeitos da maturação em espécies lenhosas, que se apresentam por meio de alterações fisiológicas e bioquímicas nas plantas doadoras (ŠTEFANČIČ *et al.*, 2007; OSTERC; ŠTAMPAR, 2011). Entre as principais consequências estão a perda da capacidade enraizamento (OSTERC *et al.*, 2009; OSTERC; ŠTAMPAR, 2011; HUSEN, 2012; WENDLING *et al.*, 2014a), do vigor radicial (BITENCOURT *et al.*, 2009) e do vigor vegetativo (MCGRANAHAN *et al.*, 1999), limitando muitas vezes, a expansão das florestas clonais (WENDLING *et al.*, 2015).

A utilização de técnicas como a miniestaquia tem subsidiado uma evolução na silvicultura clonal com aumento da produtividade, homogeneização dos plantios e, principalmente, qualificando os produtos de origem florestal (WENDLING *et al.*, 2010; BACCARIN *et al.*, 2015; KRATZ *et al.*, 2015). Em *Piptocarpha angustifolia*, a miniestaquia mostrou-se promissora; contudo, os resultados apresentados até o momento não têm sido tecnicamente viáveis para fins comerciais, não ultrapassando os 45% de enraizamento (FERRIANI *et al.*, 2011).

Apesar da ampla aplicação da miniestaquia no setor florestal (XAVIER *et al.*, 2013), pouco tem se estudado a respeito do efeito das coletas sucessivas em minicepas. Uma das hipóteses propostas é a possibilidade de ocorrência de maturação ao longo das coletas, podendo se apresentar como fator limitante à capacidade de enraizamento e vigor radicial (HUSEN, 2012;

WENDLING *et al.*, 2014b; RASMUSSEN *et al.*, 2015; WENDLING *et al.*, 2015). A maturação envolve modificações fisiológicas e bioquímicas, alterando as concentrações de hormônios como ácido indol acético (IAA), envolvido no processo de rizogênese (DA COSTA *et al.*, 2013) e ácido abscísico (ABA), ligado a formação e alongamento de raízes (CHEN *et al.*, 2006).

De maneira semelhante, o declínio da produtividade e enraizamento de estacas em temperaturas amenas vem sendo avaliado como fator fundamental na emissão de raízes adventícias (TRUEMAN *et al.*, 2008). A temperatura pode afetar o aumento dos níveis endógenos de alguns metabólitos e hormônios essenciais ao enraizamento, da mesma forma que influencia o aumento do metabolismo e divisão celular (HARTMANN *et al.*, 2011), podendo também influenciar a maturação por meio das variações climáticas (RASMUSSEN *et al.*, 2015). Pouco se conhece a respeito das consequências da maturação em condições climáticas semelhantes e períodos prolongados de avaliação.

Assim, objetivou-se estudar o efeito de sucessivas coletas de miniestacas em diferentes épocas do ano sobre a maturação e o potencial de multiplicação via miniestaquia da espécie, por meio da avaliação da sobrevivência e produtividade das minicepas, enraizamento, vigor radicial e taxa de multiplicação das miniestacas.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido entre o inverno (julho) de 2013 e outono (junho) de 2015 nas dependências do Laboratório de Propagação de Espécies Florestais da Embrapa Florestas, em Colombo-PR (25°20' S e 49°14' W, 950 m). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é temperado, do tipo Cfb, com temperatura do mês mais frio entre -3 e 18°C, sempre úmido, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C.

4.2.2 Obtenção das mudas

As mudas de vassourão-branco foram obtidas pela técnica de estaquia convencional seguindo a metodologia de resgate de plantas por meio de brotações epicórmicas (STUEPP *et al.*, 2014). As estacas foram provenientes de brotações de decepa de plantas adultas (idade ao redor de 12 anos) coletadas em janeiro/2013 em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em estágio secundário, no município de Petrolândia-SC (27° 44' S e 50° 02' W, 410 m).

Foram preparadas estacas caulinares semilenhosas com cerca de 8 a 10 cm de comprimento, com corte em bisel na base e corte reto acima da última gema na estaca, mantendo-se duas folhas reduzidas à 50% de sua superfície original. Após a confecção, as estacas foram desinfestadas com hipoclorito de sódio a 0,5% durante 10 minutos e logo em seguida lavadas em água corrente durante 5 minutos. Em seguida as estacas foram plantadas em tubetes de polipropileno com capacidade de 110 cm³, preenchidos com vermiculita de granulometria média e casca de arroz carbonizada (1:1 v/v) e acondicionadas em casa de vegetação climatizada com nebulização intermitente (temperatura de 24 °C ± 2 °C e umidade relativa do ar superior a 80%).

Após o enraizamento, as mudas foram acondicionadas em casa de sombra (50% de irradiância e irrigação por microaspersão três vezes ao dia por 10 minutos e vazão de 144 L hora⁻¹), iniciando-se a adubação de crescimento (4 g L⁻¹ de ureia, 3 g L⁻¹ de superfosfato simples, 0,25 g L⁻¹ de FTE BR 10 [7% Zn, 4 % Fe, 4 % Mn, 0,1% Mo, 2,5 % B, 0,8% Cu] e 3 g L⁻¹ de cloreto de potássio), realizada a cada sete dias até os 60 dias.

4.2.3 Manejo e nutrição das minicepas

Foram transferidas 50 mudas clonais de vassourão-branco para sistema semi-hidropônico de canaletão suspenso em leito de areia, com espaçamento 20 cm x 20 cm, em maio/2013. Decorridos 30 dias para adaptação das mudas ao novo manejo nutricional, procedeu-se a poda da brotação apical para homogeneização das minicepas. A poda foi efetuada 10 cm acima da região do colo das minicepas, tomando-se o cuidado de manter, no mínimo, duas folhas remanescentes.

O minijardim semi-hidropônico encontrava-se em estufa coberta com polietileno transparente, onde as minicepas (Figura 2.2 A, B) receberam fertirrigação por gotejamento três vezes ao dia a uma vazão média de $6 \text{ L m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ com solução nutritiva adaptada de Wendling *et al.* (2007), composta por monoamônio fosfato ($0,065 \text{ g L}^{-1}$), sulfato de magnésio ($0,40 \text{ g L}^{-1}$), nitrato de potássio ($0,44 \text{ g L}^{-1}$), sulfato de amônio ($0,2 \text{ g L}^{-1}$), sulfato de potássio ($0,07 \text{ g L}^{-1}$), cloreto de cálcio ($0,40 \text{ g L}^{-1}$), ácido bórico ($2,88 \text{ mg L}^{-1}$), sulfato de manganês ($3,70 \text{ mg L}^{-1}$), molibdato de sódio ($0,18 \text{ mg L}^{-1}$), sulfato de zinco ($0,74 \text{ mg L}^{-1}$) e hidróferro em pó ($81,80 \text{ mg L}^{-1}$), substituída a cada duas semanas.

As coletas de miniestacas foram efetuadas em intervalos variáveis de 18 dias (verão) a 26 dias (inverno), de maneira seletiva, ou seja, brotações menores que 15 cm de comprimento e com menos de três pares de folhas foram mantidas na minicepa para as coletas subsequentes. Assim, as minicepas foram submetidas a 32 coletas sucessivas, em um período de dois anos, compreendendo as estações de inverno e primavera/2013, verão, outono, inverno e primavera/2014 e verão e outono/2015.

O minijardim clonal foi implantado segundo um delineamento inteiramente casualizado, num modelo de parcelas subdivididas no tempo, com cinco repetições de 10 minicepas por unidade experimental, totalizando 50 minicepas. As parcelas foram constituídas pelas minicepas e as subparcelas constituídas pelas épocas de avaliação.

4.2.4 Sobrevivência de minicepas e produção de miniestacas

Ao longo das sucessivas coletas foram avaliadas a porcentagem de sobrevivência de minicepas (SM), a produção de miniestacas por metro quadrado por mês (PMQ) e produção de miniestacas por minicepa (PMC). Estas variáveis foram avaliadas por um período de 24 meses (julho/2013 a junho/2015) compreendendo as estações de primavera (22/setembro a 20/dezembro), verão (21/dezembro a 19/março), outono (20/março a 20/junho) e inverno (21/junho a 21/setembro). Para fins de transformações e análise dos dados, considerou-se um mês como o período equivalente a 30 dias.

4.2.5 Enraizamento das miniestacas

Foram preparadas miniestacas com 8 ± 1 cm de comprimento e diâmetro médio em torno de $0,5 \pm 0,1$ cm (Figura 2.2 C), mantendo-se duas folhas reduzidas a 50% de sua superfície original. O plantio foi realizado em caixas plásticas preenchidas com vermiculita e casca de arroz carbonizada na proporção de 1:1 (v/v) (Figura 2.2 D), a cerca de 2 cm de profundidade, as quais foram acondicionadas em casa de vegetação climatizada.

Transcorridos 70 dias da instalação foram avaliadas as variáveis: porcentagem de enraizamento (miniestacas vivas com raízes de pelo menos 2 mm de comprimento); número de raízes/miniestaca; comprimento das três maiores raízes/miniestaca (cm); porcentagem de miniestacas com calos (miniestacas vivas, sem raízes, com formação de massa celular indiferenciada na base); porcentagem de miniestacas com raízes e calos (miniestacas vivas, com raízes de pelo menos 2 mm de comprimento e formação de massa celular indiferenciada na base); porcentagem de sobrevivência (miniestacas vivas que não apresentaram indução radicial nem formação de calos); porcentagem de mortalidade (miniestacas que se encontravam com tecidos necrosados); porcentagem de emissão de brotos (emissão de novos brotos de pelo menos 2 mm de comprimento) e manutenção de

folhas originais nas miniestacas (porcentagem de miniestacas que mantiveram as folhas originais). A partir destas variáveis foi calculada a taxa de multiplicação (TM) de miniestacas por metro quadrado por mês, conforme metodologia descrita em Wendling *et al* (2015).

$TM = PMQ (m^2 \text{ mês}^{-1}) \times \% \text{ Enraizamento}$, onde, TM, taxa de multiplicação e PMQ, produção de miniestacas por metro quadrado.

Os experimentos de enraizamento foram instalados num delineamento inteiramente casualizado, com oito tratamentos (estações do ano) e quatro repetições de 20 miniestacas por unidade experimental, nas seguintes datas: 15/07 (inverno/2013); 28/10 (primavera/2013); 30/01 (verão/2013); 29/04 (outono/2014); 28/07 (inverno/2014); 29/11 (primavera/2014); 02/02 (verão/2014); 12/04 (outono/2015).

4.2.6 Análise estatística

As variâncias dos tratamentos foram avaliadas quanto à homogeneidade pelo teste de Bartlett, e as variáveis que apresentaram diferenças significativas pelo teste F tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para verificar a influência das temperaturas mínimas, máximas e médias e as variáveis de produtividade avaliadas em minijardim clonal e entre as variáveis biométricas em miniestacas, aplicou-se a análise de correlação de Pearson ($p < 0,01$ e $p < 0,05$).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Produtividade e sobrevivência de minicepas

A sobrevivência de minicepas (SM) mostrou tendência decrescente ao longo das 32 coletas, iniciando a mortalidade a partir da 6ª coleta e alcançando 68% aos 24 meses (Figura 2.1 A). Este resultado é considerado adequado, levando-se em consideração o longo período de coleta de brotações nas minicepas e a ausência de replantio no decorrer do experimento. A produtividade de miniestacas mostrou-se, de acordo com a literatura, variando de 4,5 (inverno/2013) a 12,1 (verão/2013) miniestacas minicepa⁻¹. Em condições semelhantes, a produtividade de *Piptocarpha angustifolia* alcançou 6,7 miniestacas minicepa⁻¹ em intervalos médios de 30 dias na primavera (FERRIANI *et al.*, 2011).

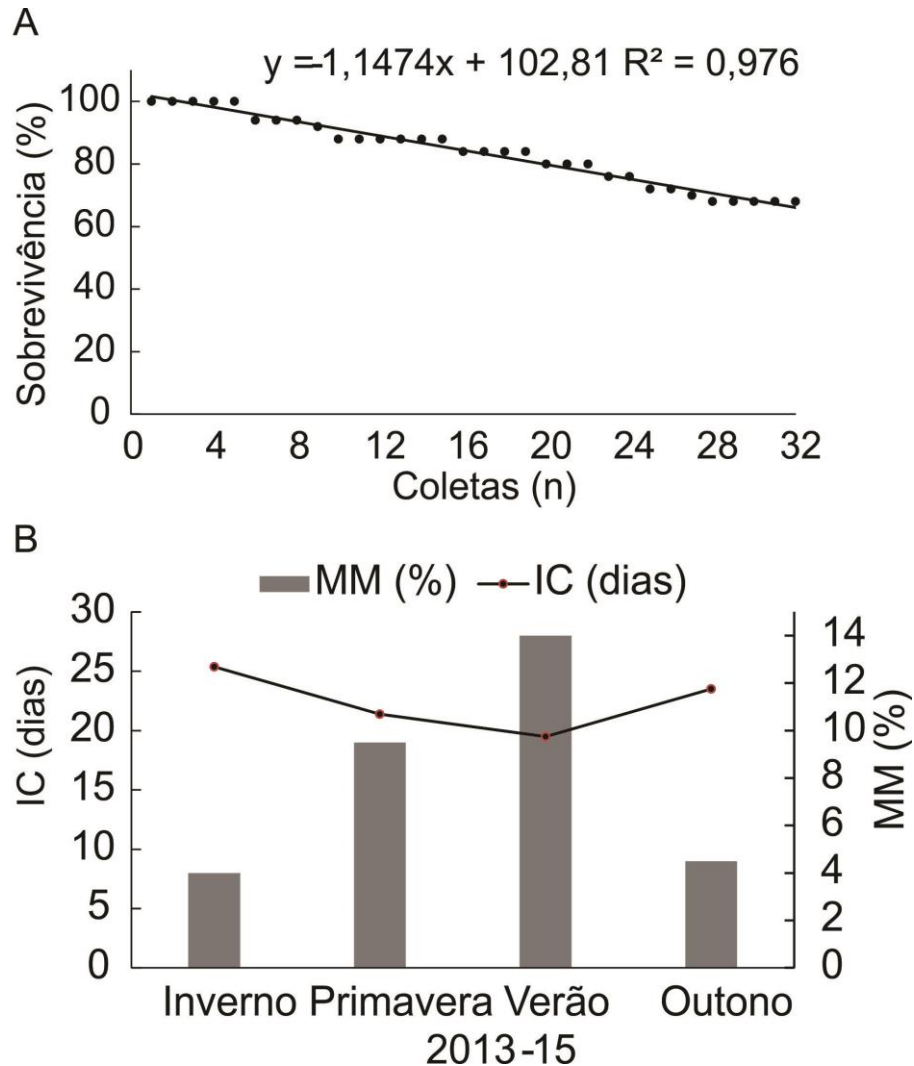


FIGURA 2.1 (A) SOBREVIVÊNCIA DE MINICEPAS EM MINIJARDIM CLONAL DE *Piptocarpha angustifolia*, EM FUNÇÃO DAS COLETAS SUCESSIVAS; (B) RELAÇÃO ENTRE MORTALIDADE DE MINICEPAS (MM) E INTERVALOS ENTRE COLETAS (IC), EM FUNÇÃO DAS MÉDIAS DAS ESTAÇÕES ENTRE 2013 E 2015. COLETAS 1-4 (INVERNO/2013); COLETAS 5-8 (PRIMAVERA/2013); COLETAS 9-12 (VERÃO/2013-14); COLETAS 13-16 (OUTONO/2014); COLETAS 17-20 (INVERNO/2014); COLETAS 21-24 (PRIMAVERA/2014); COLETAS 25-28 (VERÃO/2014-15); COLETAS 29-32 (OUTONO/2015) (A); MÉDIAS DAS ESTAÇÕES CLIMÁTICAS NOS DOIS ANOS (B).

O efeito das estações do ano na mortalidade de minicepas torna-se evidente, com forte influência das condições elevadas de temperatura nos meses de verão e primavera (Figura 2.1 B). Além disso, sua relação com o intervalo médio entre coletas (IC) deixa clara a sensibilidade das minicepas à condição de manejo adotada, evidenciando o efeito das temperaturas mínimas, máximas e médias sobre o intervalo entre as coletas, comprovado pela correlação negativa entre estas variáveis (Tabela 2.1).

TABELA 2.1 CORRELAÇÕES ENTRE AS TEMPERATURAS MÍNIMAS, MÁXIMAS E MÉDIAS E AS VARIÁVEIS DE PRODUTIVIDADE AVALIADAS EM MINIJARDIM CLONAL (A) E ENTRE AS VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS (B) EM MINIESTACAS DE *Piptocarpha angustifolia* APÓS SEU ENRAIZAMENTO.

	Minijardim clonal (A)				Variáveis biométricas (B)				
	IC	SM	PMQ	ME	NR	CMR	S	C	MF
T Mín	-0,88 **	-0,45 ^{ns}	0,85**	0,48 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,98**	-0,90**	-0,41 ^{ns}	-0,84**
T Máx	-0,91**	-0,59 ^{ns}	0,85**	0,49 ^{ns}	0,85**	0,84**	-0,86**	-0,73 *	-0,83**
T Méd	-0,91**	-0,53 ^{ns}	0,87**	0,50 ^{ns}	0,80*	0,95**	-0,91**	-0,58 ^{ns}	-0,87**

** significativo ao nível de 1% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo. T Mín - Temperatura mínima; T Máx - Temperatura máxima; T Méd - Temperatura média; IC - Intervalo entre coletas; SM - Sobrevivência de minicepas; PMQ - Produção de miniestacas por metro quadrado; ME - Miniestacas enraizadas; NR - Número de raízes; CMR - Comprimento médio de raízes; S - Miniestacas vivas; C - Miniestacas com calos; MF - Miniestacas com manutenção de folhas.

O menor intervalo entre coletas no verão favoreceu a mortalidade de minicepas, efeito possivelmente relacionado ao maior estresse gerado naquele período, limitando a recuperação entre as coletas sucessivas. As brotações de *Piptocarpha angustifolia* apresentam característica herbácea, propiciando o início de necroses nas minicepas no local de corte dos brotos. Esta necrose, na maioria dos casos, cessava à medida que as novas brotações eram emitidas; mas, em alguns casos extremos, tendia a ampliar resultando em mortalidade da minicepa.

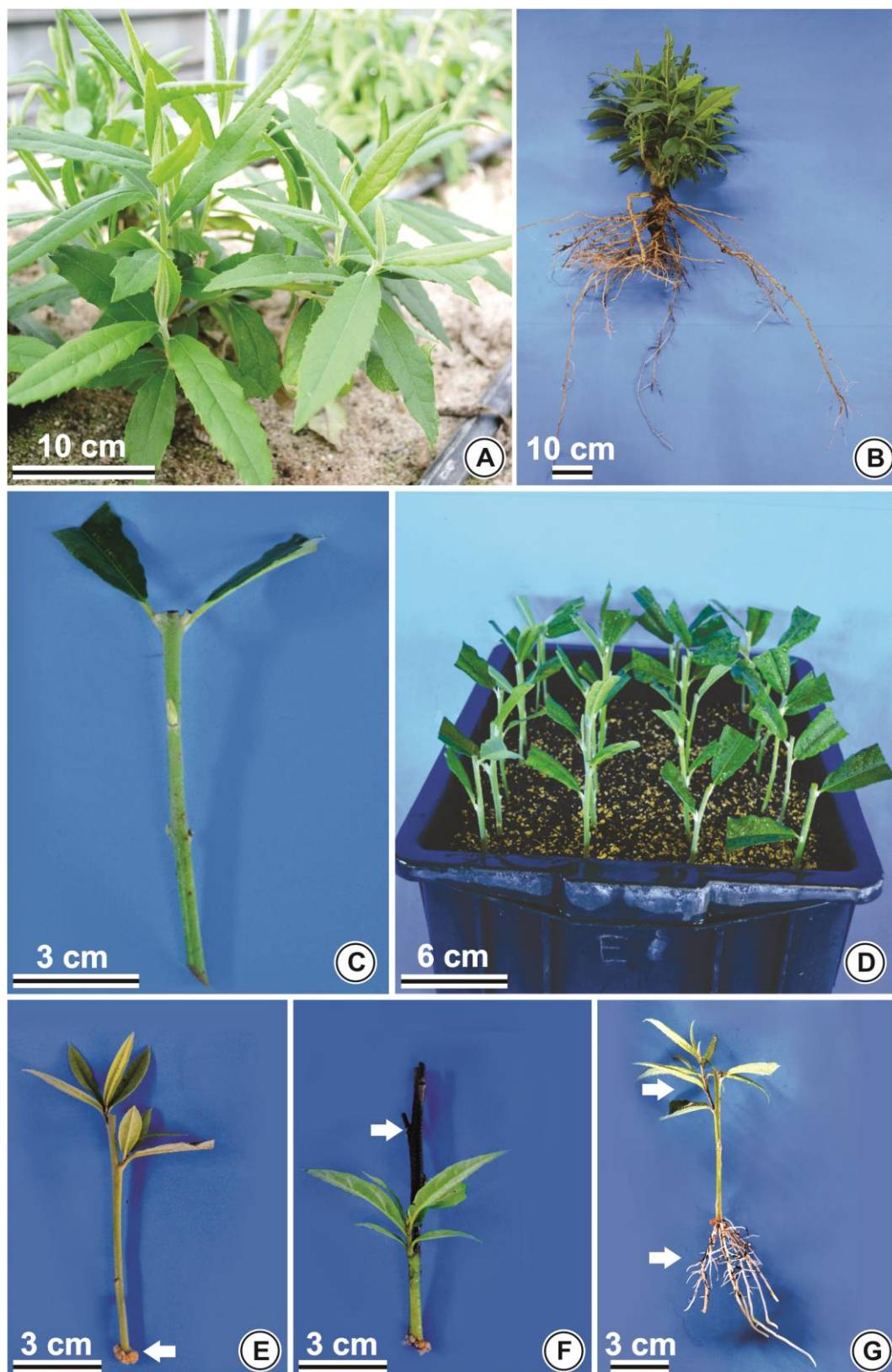


FIGURA 2.2 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO EXPERIMENTO COM MINIESTACAS DE *Piptocarpha angustifolia*: A - MINICEPA EM PONTO DE COLETA; B - SISTEMA RADICIAL DA MINICEPA APÓS 24 MESES EM SISTEMA SEMI-HIDROPÔNICO; C - MINIESTACA; D - EMBALAGEM UTILIZADA E ACONDICIONAMENTO DAS MINIESTACAS; E - MINIESTACA COM CALO; F - MINIESTACA COM A PARTE APICAL NECROSADA; G - MINIESTACA ENRAIZADA.

A reduzida produtividade inicial é comumente encontrada na miniestquia de espécies florestais (WENDLING *et al.*, 2007; STUEPP *et al.*, 2015a), podendo estar relacionada a adaptação das minicepas ao sistema semi-hidropônico e aos efeitos sazonais, principalmente da temperatura (CUNHA *et al.*, 2009; WENDLING *et al.*, 2015). A elevação da temperatura média no verão favoreceu a produção de miniestacas por metro quadrado (PMQ) (Figura 2.3), com correlação positiva entre estes dois fatores (Tabela 2.1 A) e a redução nos intervalos entre coletas (Figura 2.1 B).

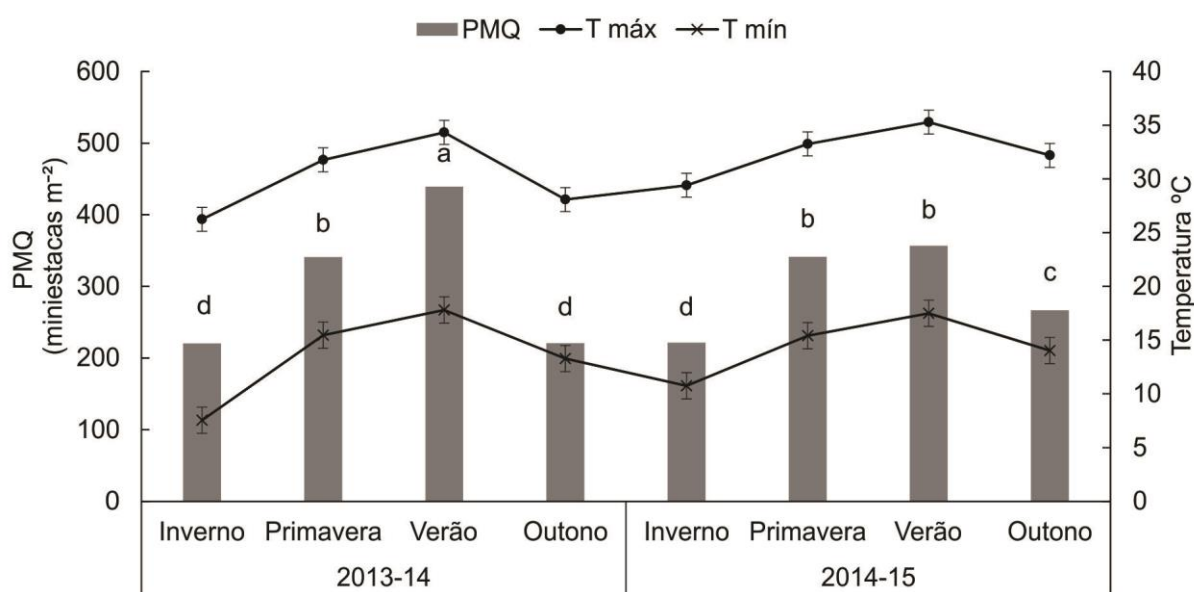


FIGURA 2.3 PRODUÇÃO DE MINIESTACAS DE *Piptocarpha angustifolia* POR METRO QUADRADO (PMQ) EM FUNÇÃO DAS ESTAÇÕES DO ANO ENTRE O INVERNO/2013 E OUTONO/2015. MÉDIAS SEGUIDAS POR MESMA LETRA NÃO DIFEREM ENTRE SI PELO TESTE DE TUKEY A 5% DE PROBABILIDADE.

A produtividade das minicepas é reflexo do sistema de manejo e nutrição adotados, neste caso, semi-hidropônico em leito de areia, já avaliado em estudos anteriores, com bons resultados para *Piptocarpha angustifolia* (FERRIANI *et al.*, 2011) e para diversas espécies do gênero *Eucalyptus* L'Her. (WENDLING *et al.*, 2007; CUNHA *et al.*, 2009; BRONDANI *et al.*, 2012a, c). A metodologia de coleta seletiva e manejo nutricional das minicepas mostrou-se eficaz, com variação na produção de brotos entre as coletas em uma mesma estação. Esta variação é comum na miniestquia (BRONDANI *et al.*, 2012c) e tem sido associada ao vigor fisiológico das minicepas, indicando uma maior ou menor

capacidade de restabelecimento sob efeito de coletas sucessivas (BRONDANI *et al.*, 2012a).

A produção de miniestacas superior no período de 2013-14 é evidente, principalmente no verão (20,9%) e primavera (4,2%), maiores em relação ao período de 2014-15. Esse efeito não foi verificado no outono e inverno, com um aumento no período de 2014-15 de aproximadamente 12,9% e 8,6%, respectivamente, em relação ao período 2013-14. Estes resultados indicam o efeito da ampliação da superfície radicial e aérea das minicepas, uma vez que o manejo nutricional mostrou-se equilibrado e a variação nas temperaturas médias não foram significativamente diferentes entre os dois períodos, capazes de influenciar a produtividade.

O aumento da produtividade no verão e primavera em relação as demais estações é consequência da maior temperatura média nestas estações do ano, efeito comum na miniestaquia de espécies florestais (PEÑA PEÑA *et al.*, 2015). A temperatura é preponderante na produção de miniestacas, exercendo influência na absorção de nutrientes e no metabolismo das minicepas, com consequente aumento da divisão celular nos vegetais (HARTMANN *et al.*, 2011; RASMUSSEN *et al.*, 2015).

Estudos procurando avaliar os efeitos gerados por sucessivas coletas em minicepas de espécies florestais são ainda escassos (MCMAHON *et al.*, 2013; 2014; WENDLING *et al.*, 2015), assim como sua eficiência na manutenção da juvenilidade das mesmas, variando de acordo com a espécie e metodologia de manejo adotada (HAMANN, 1998; AIMERS-HALLIDAY *et al.*, 2003; WENDLING *et al.*, 2015). A manutenção do vigor juvenil destes propágulos é de suma importância para o processo de enraizamento, uma vez que este vigor pode estar diretamente relacionado às concentrações endógenas de auxinas e cofatores, sendo estes essenciais ao processo de rizogênese (ŠTEFANČIČ *et al.*, 2005; LUDWIG-MÜLLER, 2009; KAZAN, 2013; STUEPP *et al.*, 2017). Após 32 coletas, as minicepas sobreviventes apresentavam boas condições fitossanitárias e fisiológicas em termos de sistema radicial e parte aérea, não demonstrando, portanto, a exaustão das mesmas (Figura 2.2 B).

4.3.2 Enraizamento de miniestacas

A análise de variância para os dados coletados no inverno/2013, primavera/2013, verão/2013-14, outono/2014, inverno/2014, primavera/2014, verão/2014-15, outono/2015 revelou haver diferenças significativas entre as estações do ano para todas as variáveis analisadas (Tabela 2.2).

TABELA 2.2 ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM DE ENRAIZAMENTO (ME), TAXA DE MULTIPLICAÇÃO (TM), NÚMERO DE RAÍZES/MINIESTACA (NR), COMPRIMENTO MÉDIO DAS TRÊS MAIORES RAÍZES/MINIESTACA (CMR), SOBREVIVÊNCIA (S), MORTALIDADE (M), MINIESTACAS COM CALOS (C), MINIESTACAS COM CALOS E RAÍZES (C + R), MINIESTACAS BROTADAS (B) E MANUTENÇÃO DE FOLHAS EM MINIESTACAS (MF) DE *Piptocarpha angustifolia* PROVENIENTE DE MINIJARDIM EM OITO COLETAS CONSECUTIVAS ABRANGENDO AS QUATRO ESTAÇÕES DO ANO.

Fontes de variação	Grau de Liberdade	Quadrado médio									
		ME (%)	TM (%)	NR (n)	CMR (cm)	S (%)	M (%)	C (%)	C + R (%)	B (%)	MF (%)
Estações	7	203,46**	8721,64**	12,56**	15,59**	174,88**	299,55**	126,28**	607,14**	178,57**	322,20**
Erro	24	28,91	407,97	0,64	0,88	17,97	21,87	19,27	62,5	22,92	18,73
Total	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coefficiente de variação (%)		9,03	16,99	13,33	10,74	39,32	25,37	39,02	16,22	6,18	6,49
Teste de Bartlett (X^2)		1,58 ^{ns}	7,81 ^{ns}	2,4 ^{ns}	2,54 ^{ns}	4,90 ^{ns}	3,42 ^{ns}	-	7,68 ^{ns}	41,34**	3,66 ^{ns}

** significativo ao nível de 1% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

O maior enraizamento das miniestacas foi verificado na primavera/2014 (71,3%), primavera/2013 (67,5%), inverno/2014 (61,3%) e outono/2014 (58,8%) (Figura 2.4 A). Com exceção do verão, é possível verificar um aumento nos percentuais de enraizamento entre as estações do ano nos dois períodos de avaliação (2013-14 e 2014-15), em parte decorrente da melhor adaptação da técnica às características da espécie, mas também, reflexo do manejo adequado do minijardim clonal, os quais favoreceram o enraizamento e o vigor radicial das miniestacas.

A elevada produtividade de miniestacas nas estações mais quentes favoreceu a taxa de multiplicação, com os melhores resultados verificados no verão/2013 (175,1 plantas m² mês⁻¹), primavera/2014 (166,1 plantas m² mês⁻¹), primavera/2013 (162,5 plantas m² mês⁻¹) e verão/2014 (138,7 plantas m² mês⁻¹), diferindo estatisticamente das demais estações (Figura 2.4 B).

O aumento da idade fisiológica das plantas doadoras de propágulos pode gerar severas perdas no enraizamento de miniestacas de espécies lenhosas (ŠTEFANČIČ *et al.*, 2007; OSTERC; ŠTAMPAR, 2011). Uma das técnicas indicadas para a manutenção da juvenilidade destes propágulos tem sido a utilização de podas contínuas nas minicepas (HAMANN, 1998; AIMERS-HALLIDAY *et al.*, 2003; WENDLING *et al.*, 2015). Entretanto, poucos estudos têm avaliado esse efeito em espécies lenhosas, normalmente em trabalhos realizados com coníferas (WENDLING *et al.*, 2014a). No presente estudo, os elevados índices de enraizamento e taxa de multiplicação mostram a eficiência da poda contínua a 10 cm de altura na manutenção da juvenilidade das minicepas de *Piptocarpha angustifolia* por um período de vinte e quatro meses.

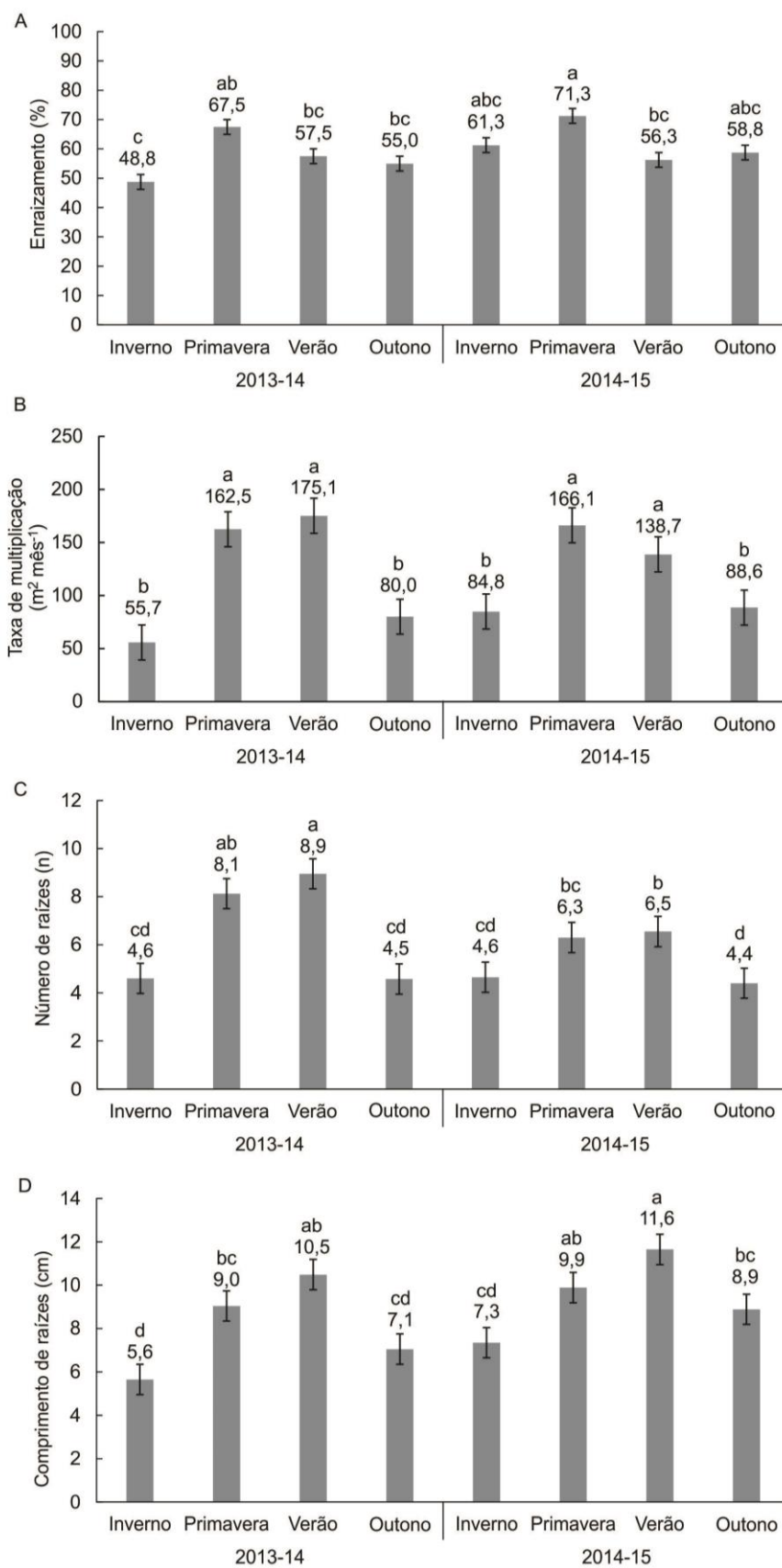


FIGURA 2.4 PORCENTAGEM DE ENRAIZAMENTO (A), TAXA DE MULTIPLICAÇÃO (B), NÚMERO DE RAÍZES (C) E COMPRIMENTO MÉDIO DAS TRÊS MAIORES RAÍZES (D) EM MINESTACAS DE *Piptocarpha angustifolia* ENTRE O INVERNO/2013 E OUTONO/2015.

De maneira geral, os índices de enraizamento e vigor radicial ficaram acima da média descrita na literatura (45,0%, 6,3 raízes miniestaca⁻¹, 8,9 cm miniestaca⁻¹) (FERRIANI *et al.*, 2011), variando entre 48,8% e 71,3% de miniestacas enraizadas (Figura 2.4 A). Estes resultados indicam que é possível obter porcentuais consistentes de enraizamento com a utilização de materiais vegetais adequados e o controle dos principais fatores ambientais em casa de vegetação (temperatura e umidade).

De maneira semelhante, o NR e CMR foram maiores aos identificados na literatura, alcançando 8,9 raízes (verão 2013/14) e 11,6 cm (verão 2014/15). Ambas as variáveis tiveram influência positiva da elevação das temperaturas nas estações de verão e primavera (Figura 2.4 C, D), confirmada pela correlação positiva entre a média das temperaturas médias e o NR (0,85) e CMR (0,84) (Tabela 2.1 B).

É evidente uma redução no número de raízes/miniestaca entre as estações do ano durante o período de avaliação (2013-14 e 2014-15) (Figura 2.4 C), decorrente da maior emissão de calos nas estações frias (Figura 2.5 B). Outro fator que pode explicar a redução do número de raízes ao longo do experimento é a maturação das minicepas.

A maturação em espécies lenhosas vem sendo foco de discussões ao longo do tempo (GREENWOOD, 1995; AIMERS-HALLIDAY *et al.*, 2003; WENDLING *et al.*, 2014a, b); contudo, é clara a necessidade de maiores estudos visando elucidar a dependência ou não dos efeitos fisiológicos. A influência das condições de cultivo pode ser preponderante na catalisação do processo de maturação vegetal; por exemplo, a exposição de plantas a condições de cultivo específicas de estresse pode prolongar a fase juvenil. Por outro lado, condições supra ótimas que favoreçam o vigor vegetativo podem manter e acelerar essa transição da fase juvenil para adulta (BOND *et al.*, 2007).

Em se tratando de espécies lenhosas, experimentos de curta duração são muitas vezes inviáveis para determinar essas alterações (BACCARIN *et al.*, 2015). Contudo, a maturação não é uma consequência apenas da idade cronológica, havendo a necessidade de estudos mais aprofundados para definir tais parâmetros em *Piptocarpha angustifolia*.

O CMR mostrou uma tendência de aumento ao longo do experimento, com destaque para o verão/2014 (11,7 cm) verão/2013 (10,5 cm) e primavera/2014 (9,9 cm) superiores às demais estações avaliadas (Figura 2.4 B). O aumento das temperaturas médias no verão e primavera favoreceu o metabolismo das miniestacas, reduzindo o período médio (dias) para emissão de raízes adventícias e, conseqüentemente aumentando o CMR. A elevação da temperatura no período climático de 2014-15 (Figura 2.3), apesar de refletir na redução do enraizamento no verão/2014, mostrou-se favorável ao aumento do CMR (Figura 2.4 A, D).

A sobrevivência de miniestacas aumentou a medida que as temperaturas reduziram, alcançado 20% no inverno/2013 (Figura 2.5 A). Estes resultados são confirmados pela correlação significativa entre estas variáveis (-0,86) (Tabela 2.1 B). Verificou-se também uma tendência de decréscimo da sobrevivência entre os períodos climáticos de 2013-14 e 2014-15, conseqüência do aumento dos percentuais de miniestacas com calos e enraizadas.

Os elevados percentuais de mortalidade em *Piptocarpha angustifolia* têm sido justificados pelo estresse oxidativo gerado com as elevadas temperaturas nas estações quentes (FERRIANI *et al.*, 2011; STUEPP *et al.*, 2015b). A mortalidade apresentada teve influência significativa das elevadas temperaturas do verão, alcançando 33% (verão/2013) (Figura 2.5 A); contudo, bem abaixo dos índices apresentados por Ferriani *et al.* (2011) que foram de 50% e 42,5% no inverno e primavera, respectivamente.

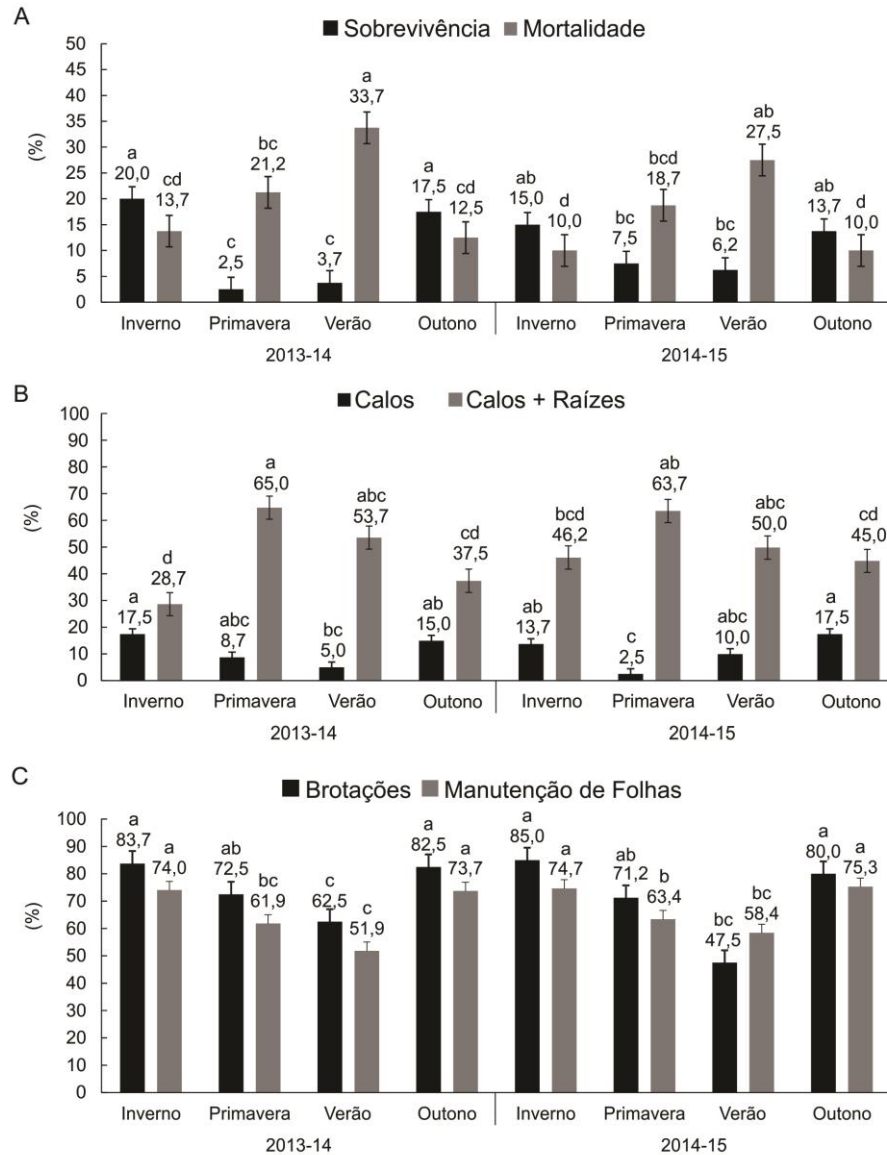


FIGURA 2.5 MÉDIAS GERAIS PARA SOBREVIVÊNCIA E MORTALIDADE (A), EMISSÃO DE CALOS E MINIESTACAS ENRAIZADAS COM PRESENÇA DE CALOS (B), MANUTENÇÃO DE FOLHAS E EMISSÃO DE BROTOS (C) EM MINIESTACAS DE *Piptocarpha angustifolia* ENTRE O INVERNO/2013 E OUTONO/2015.

A temperatura ideal para enraizamento de miniestacas tem sido variada para diferentes espécies, em torno de 25-35 °C para o gênero *Eucalyptus* (BRONDANI *et al.*, 2012a), 24 ± 2 °C em *Paulownia fortunei* (STUEPP *et al.*, 2015a), 20-30°C em *Anadenanthera macrocarpa* (DIAS *et al.*, 2012) e, independente da espécie, a umidade tem sido recomendada acima de 80%. Contudo, estas condições não são ideais apenas para o enraizamento, mas também para a proliferação de fitopatógenos (WENDLING *et al.*, 2010; BRONDANI *et al.*, 2012b; SHIBUYA *et al.*, 2014), podendo ser um dos fatores chave no aumento dos percentuais de mortalidade no verão.

A formação de calos apresentou tendência de elevação entre os dois períodos climáticos, com os maiores percentuais verificados no inverno/2013 e outono/2015 (17,5%). De maneira geral, o aumento dos percentuais de calos favoreceu o enraizamento, uma vez que é uma característica da espécie a formação indireta de raízes (Figura 2.2 E, F, G). Essa característica é comprovada pelo percentual de miniestacas com calos e raízes na primavera/2013 (65%) (Figura 2.5 B).

A emissão de brotos foi elevada em todas as estações, com tendência de aumento no período climático 2014-15, seguindo a tendência verificada para o percentual de enraizamento (Figura 2.5 C). A elevada emissão de brotos pode ter sido um fator preponderante na mortalidade de miniestacas nas estações mais quentes. O aumento da temperatura amplia consideravelmente a taxa respiratória dos propágulos, esgotando as reservas de carboidratos armazenados nas miniestacas antes mesmo da iniciação radicial (RASMUSSEN *et al.*, 2009). De forma semelhante, a temperatura exerceu forte influência sobre a manutenção de folhas, onde as estações frias, com temperaturas amenas, favoreceram sua manutenção nas miniestacas, fato comprovado pela correlação negativa entre a temperatura média e a manutenção de folhas (-0,87) (Tabela 2.1).

A propagação vegetativa vem se mostrando como uma excelente ferramenta para o melhoramento de espécies florestais, favorecendo a reprodução de indivíduos geneticamente superiores e gerando maior uniformidade nas plantas formadas (WENDLING *et al.*, 2010; 2015), além de se apresentar como alternativa na solução dos problemas relacionados à melhoria da produtividade em espécies florestais (PIJUT *et al.*, 2011). Nesse contexto, a produção de propágulos viáveis, seu potencial de enraizamento e vigor radicial são considerados marcadores de juvenildade (PIJUT *et al.*, 2011; HUSEN, 2012; WENDLING *et al.*, 2015).

4.4 CONCLUSÕES

Baseado nos resultados obtidos no presente trabalho é possível concluir que a juvenilidade em minijardim clonal de *Piptocarpha angustifolia* pode ser mantida por meio da poda contínua das minicepas, sendo o outono e inverno as épocas mais favoráveis à sobrevivência das minicepas. A primavera e verão são as estações com maior produtividade e enraizamento de miniestacas.

REFERÊNCIAS

AIMERS-HALLIDAY, J. et al. Nursery systems to control maturation in *Pinus radiata* cuttings, comparing hedging and serial propagation. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v. 33, n. 2, p. 135-155, 2003.

BACCARIN, F. J. B. et al. Vegetative rescue and cloning of *Eucalyptus benthamii* selected adult trees. **New Forests**, v. 46, n. 4, p. 465-483, 2015.

BITENCOURT, J. et al. Enraizamento de estacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) provenientes de brotações rejuvenescidas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, n. 3, p. 277-281, 2009.

BOND, B. J. et al. Developmental decline in height growth in Douglas-fir. **Tree Physiology**, v. 27, n. 3, p. 441-453, 2007.

BRONDANI, G. E. et al. Low temperature, IBA concentrations and optimal time for adventitious rooting of *Eucalyptus benthamii* minicutting. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 23, n. 4, p. 583-592, 2012a.

BRONDANI, G. E. et al. Micropropagation of *Eucalyptus benthamii* to form a clonal micro-garden. **In Vitro Cellular & Developmental Biology. Plant**, v. 48, n. 5, p. 478-487, 2012b.

BRONDANI, G. E. et al. Dynamics of adventitious rooting in mini-cuttings of *Eucalyptus benthamii* x *Eucalyptus dunnii*. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 34, n. 2, p. 169-178, 2012c.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1 v. 1039 p. il.

CHEN, C. W. et al. A novel function of abscisic acid in the regulation of rice (*Oryza sativa*) root growth and development. **Plant Cell Physiology**, v. 47, n. 1, p. 1-13, 2006.

CUNHA, A. C. M. C. M. et al. Relações entre variáveis climáticas com produção e enraizamento de miniestacas de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 33, n. 2, p. 195-203, 2009.

DA COSTA, C. T. et al. When stress and development go hand in hand: Main hormonal controls of adventitious rooting in cuttings. **Frontiers in Plant Science**, v. 4, p. 1-19, 2013.

DIAS, P. C. et al. Propagação vegetativa de progênies de meios-irmãos de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) por miniestaquia. **Revista Árvore**, v. 36 n. 3, p. 389-399, 2012.

FERRIANI, A. P. et al. Produção de brotações e enraizamento de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, n. 67, p. 257-264, 2011.

FOSSATI, L. C.; NOGUEIRA, A. C. Qualidade física e fisiológica das cipselas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén ex Malme de diferentes populações e árvores porta sementes. **Revista Floresta**, v. 39, n. 2, p. 419-430, 2009.

GREENWOOD, M. S. Juvenility and maturation in conifers: current concepts. **Tree Physiology**, v. 15, n. 7/8, p. 433-438, 1995.

HAMANN, A. Adventitious root formation in cuttings of loblolly pine (*Pinus taeda* L.): Developmental sequence and effects of maturation. **Trees**, v. 12, n. 3, p. 175-180, 1998.

HARTMANN, H. T. et al. **Hartmann and Kester's Plant propagation: principles and practices**. 8. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 915 p.

HUSEN, A. Changes of soluble sugars and enzymatic activities during adventitious rooting in cuttings of *Grewia optiva* as affected by age of donor plants and auxin treatments. **American Journal of Plant Physiology**, v. 7, n. 1, p. 1-16, 2012.

KAZAN, K. Auxin and the integration of environmental signals into plant root development. **Annals of Botany**, v. 112, n. 9, p. 1655-1665, 2013.

KRATZ, D. et al. Enraizamento de miniestacas de erva mate em substratos à base de casca de arroz e fibra de coco. **Revista Floresta**, v. 45, n. 3, p. 609-616, 2015.

LUDWIG-MÜLLER, J. Molecular basis for the role of auxins in adventitious rooting. In: NIEMI, K.; SCAGEL, C. (Ed.). **Adventitious root formation of forest trees and**

horticultural plants: from genes to applications. Kerala: Research Signpost, 2009. p.1-29.

MCGRANAHAN, M. F.; BORRALHO, N. M. G.; GREAVES, B. L. Genetic control of propagation effects and the importance of stock plant age and source on early growth in cuttings of *Pinus radiata*. **Silvae Genetica**, v. 48, n. 6, p. 267–272, 1999.

MCMAHON, T. V.; HUNG, C. D.; TRUEMAN, S. J. Clonal maturation of *Corymbia torelliana* × *C. citriodora* is delayed by minimal-growth storage. **Australian Forestry**, v. 77, n. 1, p. 9-14, 2014.

MCMAHON, T. V.; HUNG, C. D.; TRUEMAN, S. J. In vitro storage delays the maturation of African mahogany (*Khaya senegalensis*) clones. **Journal of Plant Sciences**, v. 8, n. 2, p. 31–38, 2013.

OSTERC, G.; ŠTAMPAR, F. Differences in endo/exogenous auxin profile in cuttings of different physiological ages. **Journal of Plant Physiology**, v. 168, n. 17, p. 2088-2092, 2011.

OSTERC, G.; ŠTEFANČIČ, M.; ŠTAMPAR, F. Juvenile stock plant material enhances root development through higher endogenous auxin level. **Acta Physiologia Plantarum**, v. 31, n. 5, p. 899-903, 2009.

PEÑA PEÑA, M. L.; ZANETTE, F.; BIASI, L. A. Época de coleta e ácido indolbutírico no enraizamento de miniestacas de pitangueira. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 5, p. 3055-3068, 2015.

PIJUT, P. M.; WOESTE, K. E.; MICHLER, C. H. Promotion of adventitious root formation of difficult-to-root hardwood tree species. **Horticultural Reviews**, v. 38, p. 213-251, 2011.

RASMUSSEN, A. et al. Adventitious rooting declines with the vegetative to reproductive switch and involves a changed auxin homeostasis. **Journal of Experimental Botany**, v. 66, n. 5, p. 1437-1452, 2015.

RASMUSSEN, A.; SMITH, T. E.; HUNT, M. A. Cellular stages of root formation, root system quality and survival of *Pinus elliottii* var. *elliottii* × *P. caribaea* var. *hondurensis* cuttings in different temperature environments. **New Forests**, v. 38, n. 3, p. 285-294, 2009.

ROSADO, A. M. et al. Seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e adaptabilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 7, p. 964-971, 2012.

SHIBUYA, T. et al. Adventitious root formation of Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* D. Don) cuttings is stimulated by soaking basal portion of cuttings in warmed water while cooling their apical portion. **New Forests**, v. 45, n. 4, p. 589-602, 2014.

ŠTEFANČIČ, M. et al. The levels of IAA, IAAsp and some phenolics in cherry rootstock 'GiSela 5' leafy cuttings pretreated with IAA and IBA. **Scientia Horticulturae**, v. 112, n. 4, p. 399-405, 2007.

ŠTEFANČIČ, M.; ŠTAMPAR, F.; OSTERC, G. Influence of IAA and IBA on root development and quality of *Prunus* 'GiSela 5' leafy cuttings. **Hortscience**, v. 40, n. 7, p. 2052-2055, 2005.

STUEPP, C. A. et al. Vegetative propagation of mature dragon trees through epicormic shoots. **Revista Bosque**, v. 35, n. 3, p. 333-341, 2014.

STUEPP, C. A. et al. Rooting mini-cuttings of *Paulownia fortunei* var. *mikado* derived from clonal mini-garden. **Revista Árvore**, v. 39, n. 3, p. 497-504, 2015a.

STUEPP, C. A. et al. Presença de folhas e ácido indol butírico no enraizamento de estacas de quiri. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 2, p. 181-193, 2015b.

STUEPP, C. A. et al. The use of auxin quantification for understanding clonal tree propagation. **Forests**, v. 8, n. 1, p. 27-42, 2017.

TRUEMAN, S. J.; RICHARDSON, D M. Relationships between indole-3-butyric acid, photoinhibition and adventitious rooting of *Corymbia torelliana*, *C. citriodora* and F1 hybrid cuttings. **Tree and Forestry Science and Biotechnology**, v. 2, n. 1, p. 26-33, 2008.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 289-292, 2007.

WENDLING, I. et al. Mini-cuttings technique: a new ex vitro method for clonal propagation of sweetgum. **New Forests**, v. 39, n. 3, p. 343-353, 2010.

WENDLING, I.; TRUEMAN, S. J.; XAVIER, A. Maturation and related aspects in clonal forestry-Part I: concepts, regulation and consequences of phase change. **New Forests**, v. 45, n. 4, p. 449-471, 2014a.

WENDLING, I.; TRUEMAN, S. J.; XAVIER, A. Maturation and related aspects in clonal forestry-part II: reinvigoration, rejuvenation and juvenility maintenance. **New Forests**, v. 45, n. 4, p. 473-486, 2014b.

WENDLING, I.; WARBURTON, P. M.; TRUEMAN, S. Maturation in *Corymbia torelliana* × *C. citriodora* stock plants: effects of pruning height on shoot production, adventitious rooting capacity, stem anatomy, and auxin and abscisic acid concentrations. **Forests**, v. 6, p. 3763-3778, 2015.

XAVIER, A.; WENDLING, I. SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. 2. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2013. 278p.

5 CAPÍTULO III: QUALIDADE DE MUDAS CLONAIS DE *Piptocarpha angustifolia* EM DIFERENTES SUBSTRATOS RENOVÁVEIS A PARTIR DE MINIESTACAS COLETADAS NAS QUATRO ESTAÇÕES DO ANO

RESUMO

Objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito de diferentes composições de substratos renováveis e estações do ano na qualidade de mudas de *Piptocarpha angustifolia*. O experimento foi conduzido num delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x6 (quatro estações do ano e seis composições de substratos). Os substratos (S) foram: S1, comercial a base de casca de pinus e fibra de coco (FC); S2, FC fibrosa e granulada; S3, à base de casca de arroz carbonizada (CAC); S4, 50% FC e 50% CAC; S5, 30% FC e 70% CAC e; S6, 70% FC e 30% CAC. Miniestacas de 8 ± 1 cm foram plantadas em tubetes de 110 cm³ e acondicionadas em casa de vegetação, nas quatro estações do ano. Avaliou-se a sobrevivência e número de raízes no fundo do tubete (70 dias), sobrevivência e emissão de brotos (100 dias), enraizamento, altura da parte aérea e diâmetro do coleto (e suas relações), facilidade de retirada dos tubetes, agregação ao substrato e taxa de multiplicação (130 dias). A maior relação CAC/FC favoreceu o crescimento das mudas, conferindo melhor qualidade, recomendando-se o substrato S5. A primavera foi mais favorável à sobrevivência e qualidade das mudas e, juntamente com o verão, favoreceram as maiores taxas de multiplicação. O substrato S5 tem maior qualidade física e química e proporciona melhores índices de qualidade de mudas de *Piptocarpha angustifolia*.

Palavras-chave: Vassourão-branco, miniestaquia, resíduos agroindustriais, silvicultura clonal.

**QUALITY OF CLONAL PLANTS OF *Piptocarpha angustifolia*
IN RENEWABLE SUBSTRATES FROM MINICUTTING COLLECTED IN THE
FOUR SEASONS**

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of different compositions of renewable substrates on *Piptocarpha angustifolia* mini-cuttings quality. The experiment was conducted in a completely randomized design in a 4x6 factorial (four seasons and six substrates compositions). The substrates (S) were: S1, commercial based on pine bark and coconut fiber (CF); S2, CF fibrous and grainy; S3, carbonized rice husk (CRH); S4, 50% CF and 50% CRH; S5, 30% CF and 70% CRH; S6, 70% CF and 30% CRH. Mini-cuttings of 8 ± 1 cm were planted in tubes of 110 cm³ and placed in greenhouse, during four seasons. The evaluated variables were: survival and number of roots (70 days), survival and emission of shoots (100 days), rooting, shoot height, stem diameter (and their relations), easiness of removal from tubes, aggregation to the substrate and multiplication rate (130 days). The higher ratio CRH/CF favored the plants development, providing best quality, being recommended substrate S5. The spring is more favorable to the survival and quality of cuttings and, together with the summer, favored the highest multiplication rates. The substrate S5 has better physical and chemical quality and improves *Piptocarpha angustifolia* clonal plants.

Key words: "Vassourão-branco", mini-cuttings production, agro industrial residues, clonal forestry.

5.1 INTRODUÇÃO

A demanda por mudas florestais nativas tem aumentado consideravelmente na última década (RIBEIRO-OLIVEIRA; RANAL, 2014), aumentando a busca por mudas de qualidade e de baixo custo (KRATZ *et al.*, 2015). A produção clonal pode ser uma excelente alternativa para o suprimento desta demanda, abrindo novas perspectivas para espécies como *Piptocarpha angustifolia* Dusén ex Malme (Asteraceae), secundária inicial da floresta ombrófila mista, com elevado vigor e características atraentes à indústria madeireira (FOSSATI; NOGUEIRA, 2009; FERRIANI *et al.*, 2011).

A utilização de técnicas como a miniestaquia tem subsidiado uma evolução na silvicultura clonal com aumento da produtividade, homogeneização dos plantios e, principalmente, qualificando os produtos de origem florestal (WENDLING *et al.*, 2010; BACCARIN *et al.*, 2015). *Piptocarpha angustifolia* mostrou-se promissora; contudo, os resultados apresentados até o momento não têm sido tecnicamente viáveis para fins comerciais, não ultrapassando os 45% de enraizamento (FERRIANI *et al.*, 2011). Os estudos realizados até o momento não avaliaram a qualidade das mudas produzidas, mantendo uma lacuna na recomendação de um sistema de produção clonal adequado para a espécie.

Diversos fatores afetam a qualidade de mudas florestais, dentre os quais se destacam as características físico-químicas dos substratos (DA SILVA *et al.*, 2012; KRATZ *et al.*, 2015) e as características climáticas das estações do ano, principalmente no enraizamento e vigor radicial (CORRÊA *et al.*, 2015). Por se tratar de produção em etapas, a definição de um substrato ideal para propagação clonal nem sempre é simples. A primeira etapa, em casa de vegetação, exige um substrato que favoreça o enraizamento e as seguintes, em ambientes parcialmente protegidos, exigem substratos mais complexos e com maior teor de material orgânico, que favoreçam o desenvolvimento radicial (MEHRI *et al.*, 2013).

A utilização de substratos consagrados como a turfa (origem vegetal) e vermiculita (origem mineral) tem sido cada vez mais dificultada pelo elevado impacto ambiental de sua extração, favorecendo assim a busca por substitutos renováveis. Dentre estes, a casca de arroz carbonizada e a fibra de coco vem se destacando no

mercado como produtos que, isolados ou em combinação, proporcionam características físico-químicas interessantes para o enraizamento de propágulos e produção de mudas (KRATZ *et al.*, 2015).

Existe uma variação muito grande na definição das características físicas e químicas para substratos hortícolas. De maneira geral, um bom substrato para produção de mudas deve apresentar pH entre 5,0 e 5,8 para substratos com predomínio de matéria orgânica e, entre 6,0 e 6,5 para substratos com predomínio de solo mineral (KÄMPF; FERMINO, 2000), ou mesmo 5,5 e 6,5 (VALERI; CORRADINI, 2000). Deve apresentar também condutividade elétrica abaixo de $1,0 \text{ mS cm}^{-1}$ (GONÇALVES *et al.*, 2000) e densidade aparente entre 100 kg m^{-3} e 300 kg m^{-3} (KÄMPF, 2005). Já a porosidade total deve permanecer entre 75-85%, com macroporosidade entre 35-45% e microporosidade entre 45-55% (MAEDA *et al.*, 2007), dificultando assim a formulação de um substrato que consiga abranger todas essas características de forma efetiva. Outros fatores importantes que podem afetar a propagação clonal são a capacidade de retenção de água e aeração, bem como as propriedades térmicas, atividade biológica e disponibilidade de nutrientes (SIRIN *et al.*, 2010). No entanto, para o sucesso na propagação clonal, pesquisas são necessárias para determinar os melhores substratos para cada espécie (KRATZ *et al.*, 2015).

Entre os fatores físicos dos substratos que podem afetar a propagação clonal estão a capacidade de retenção de água e a aeração, como também as propriedades térmicas, atividade biológica e disponibilidade de nutrientes (SIRIN *et al.*, 2010). No entanto, para o sucesso na produção clonal são necessários estudos específicos para cada espécie/clone, definindo as melhores características para fatores como origem dos propágulos (STUEPP *et al.*, 2015), manejo hídrico e nutricional (SILVA *et al.*, 2015), substrato ideal (KRATZ *et al.*, 2015) e manejo fitossanitário adequado (LOPES *et al.*, 2009).

Além destes fatores, diversos autores vêm discutindo acerca da influência das estações climáticas no enraizamento de propágulos vegetativos (FERRIANI *et al.*, 2011; CORRÊA *et al.*, 2015). Os organismos vegetais mantêm uma íntima ligação com o ambiente (MARÍN-DE LA ROSA *et al.*, 2011) e seu crescimento e desenvolvimento envolve numerosas reações bioquímicas sensíveis à temperatura (HASANUZZAMAN *et al.*, 2013). Plantas cultivadas em temperaturas

elevadas, apresentam comumente um aumento nas concentrações endógenas de auxinas (FRANKLIN *et al.*, 2011) e carboidratos (RIBEIRO *et al.*, 2012), podendo influenciar positivamente no enraizamento adventício (POP *et al.*, 2011).

Assim, baseando-se na importância do substrato e suas propriedades físico-químicas na qualidade de mudas clonais, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes composições de substratos renováveis à base de fibra de coco e casca de arroz carbonizada em diferentes estações do ano na qualidade final de mudas de *Piptocarpha angustifolia*.

5.2 MATERIAL E METODOS

O experimento foi conduzido entre o janeiro (verão) de 2014 e Dezembro (primavera) de 2014 nas dependências do Laboratório de Propagação de Espécies Florestais da Embrapa Florestas, em Colombo-PR (25°20' S e 49°14' W, 950 m). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é temperado, do tipo Cfb, com temperatura do mês mais frio entre -3 e 18°C, sempre úmido, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C.

O minijardim clonal foi formado por mudas de *Piptocarpha angustifolia* produzidas pela técnica de estaquia convencional seguindo a metodologia de resgate de plantas por meio de brotações epicórmicas descrita por Stuepp *et al.* (2014). As mudas foram plantadas em sistema semi-hidropônico de canaletão suspenso em leito de areia, com espaçamento 20 cm x 20 cm em maio/2013. O minijardim encontrava-se em estufa coberta com polietileno transparente, onde as minicepas receberam fertirrigação por gotejamento três vezes ao dia a uma vazão média de 6 L m⁻² dia⁻¹ com a solução nutritiva adaptada de Wendling *et al.* (2007), composta por monoamônio fosfato (0,065 g L⁻¹), sulfato de magnésio (0,40 g L⁻¹), nitrato de potássio (0,44 g L⁻¹), sulfato de amônio (0,2 g L⁻¹), sulfato de potássio (0,07 g L⁻¹), cloreto de cálcio (0,40 g L⁻¹), ácido bórico (2,88 mg L⁻¹), sulfato de manganês (3,70 mg L⁻¹), molibdato de sódio

(0,18 mg L⁻¹), sulfato de zinco (0,74 mg L⁻¹) e hidroferro em pó (81,80 mg L⁻¹), substituída a cada duas semanas.

As coletas foram efetuadas em intervalos variáveis de 18 dias (verão) a 26 dias (inverno), de maneira seletiva, ou seja, brotações menores que 15 cm de comprimento e com menos de três pares de folhas foram mantidas na minicepa para as coletas subsequentes. O minijardim clonal foi implantado segundo um delineamento inteiramente casualizado, num modelo de parcelas subdivididas no tempo, com cinco repetições de 10 minicepas por unidade experimental. As parcelas foram constituídas pelas minicepas e as subparcelas constituídas pelas épocas de avaliação.

Ao longo das sucessivas coletas foram avaliadas a porcentagem de sobrevivência de minicepas (SM), a produção de miniestacas por metro quadrado por mês (PPSM) e a produção de miniestacas por minicepa (PMC). Estas variáveis foram avaliadas por um período de 12 meses e 16 coletas subsequentes.

A partir das brotações produzidas no minijardim clonal foram preparadas miniestacas com 8 ± 1 cm de comprimento e diâmetro médio de $0,5 \pm 0,1$ cm, mantendo-se duas folhas reduzidas a 50% de sua superfície original. O plantio foi realizado em tubetes de polipropileno com capacidade de 110 cm³ (Figura 3.1 B), preenchidos com os seis substratos avaliados, a cerca de 2 cm de profundidade, os quais foram acondicionados em casa de vegetação climatizada (temperatura média de 24 ± 2 °C e 85% de umidade relativa).

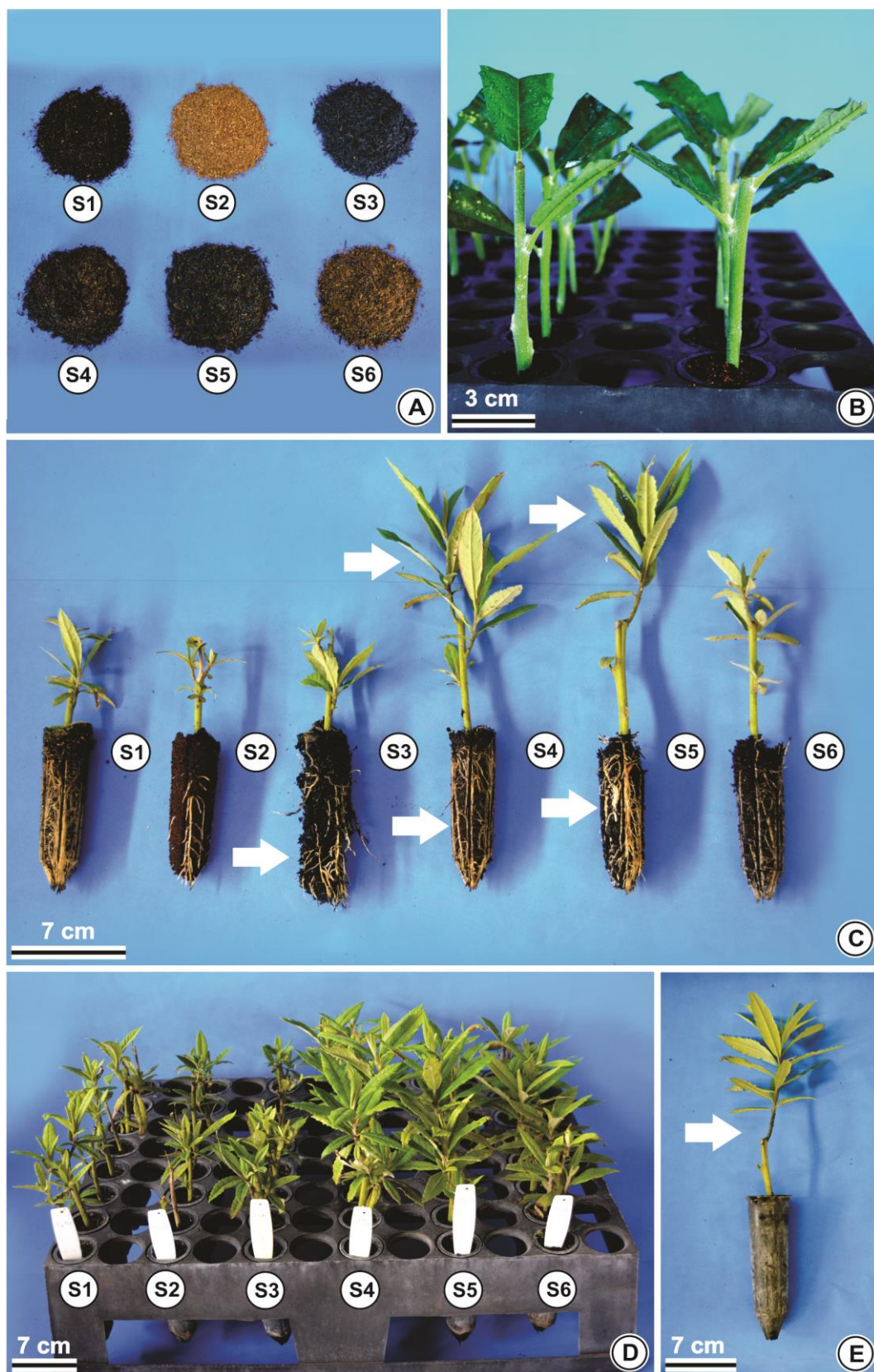


FIGURA 3.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO EXPERIMENTO COM MINIESTACAS DE *Piptocarpha angustifolia*: A – SUBSTRATOS; B – MINIESTACAS ACONDICIONADAS EM TUBETES; C – SISTEMA RADICAL E AÉREO DAS MUDAS PRODUZIDAS; D – VISTA SUPERIOR DAS MUDAS PRODUZIDAS; E – MUDA REFERENTE AO TRATAMENTO COMPOSTO POR 30% FC E 70% CAC.

A caracterização física e química dos substratos foi determinada conforme a metodologia descrita na instrução normativa nº 17 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2007) (Tabela 3.1).

TABELA 3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE SEIS SUBSTRATOS À BASE DE FIBRA DE COCO E CASCA DE ARROZ CARBONIZADA.

		S1	S2	S3	S4	S5	S6
pH	H ₂ O	4,2	5,25	7,36	4,91	5,21	5,72
CE	mS cm ⁻¹	1,26	0,35	0,08	0,75	0,49	0,26
DU	Kg m ⁻³	409,47	126,33	148,01	185,42	208,46	133,06
DA		198,07	81,02	102,95	109,46	122,46	90,43
UA		51,62	35,86	30,21	40,97	41,26	32,06
PT		80,37	82,08	81,7	81,02	80,38	82,29
MACRO		10,29	21,95	64,3	27,88	41,27	36,05
MICRO	%	34,75	29,97	10,03	20,96	17,24	24,16
AFD		31,04	27,09	7,25	29,63	20,75	19,9
AT		4,29	3,07	0,11	2,55	1,12	2,18
CRA 10		70,08	60,13	17,39	53,14	39,11	46,24
CRA 50		39,04	33,04	10,14	23,51	18,36	26,34
CRA 100		34,75	29,97	10,03	20,96	17,24	24,16
TTSS	g L ⁻¹	1,56	0,13	0,04	0,42	0,29	0,11

S1 - Substrato comercial; S2 - 100% Fibra de coco (FC); S3 - 100% Casca de Arroz Carbonizada (CAC); S4 - 50% FC + 50% CAC; S5 - 30% FC + 70% CAC; S6 - 70% FC + 30% CAC; pH - potencial hidrogeniônico; CE - condutividade elétrica; DU - Densidade úmida; DA - Densidade aparente; UA - Umidade aparente; PT - Porosidade total; MACRO - Macroporosidade; MICRO - Microporosidade; AFD - água facilmente disponível; AT - Água tamponante; CRA 10, 50 e 100 - capacidade de retenção de água sob sucção de 10, 50 e 100 cm de coluna de água; TTSS - Teor Total de Sais Solúveis.

Para avaliar a qualidade de mudas de *Piptocarpha angustifolia* foram utilizados seis substratos (S): S1: comercial a base de casca de pinus e fibra de coco; S2: fibra de coco mista (fibrosa e granulada) e; S3: casca de arroz carbonizada. Além destes, foram formulados 3 substratos utilizando-se como componentes fibra de coco mista (FC) e casca de arroz carbonizada (CAC), sendo: S4: 50% FC e 50% CAC, S5: 30% FC 70% CAC e S6: 70% FC e 30% CAC (Figura 3.1 A). Todos os substratos foram misturados manualmente juntamente com 1,5 kg m⁻³ de fertilizante de liberação controlada NPK (15-09-12) e adubação de base (6,6 kg m⁻³ de NPK 4-14-8; 3,3 kg m⁻³ de superfosfato simples [20% de P₂O₅ e 14% de SO₄] e 0,8 kg m⁻³ de FTE BR 12 [9% Zn, 3% Fe, 2% Mn, 0,1% Mo, 1,8% B, 0,8% Cu]).

Após 70 dias em casa de vegetação, o material foi transferido para a casa de sombra (50% de sombreamento e irrigação por microaspersão, com três irrigações diárias com duração de 10 minutos e vazão de 144 L hora⁻¹) por um período de

30 dias, seguindo para área de rustificação (4 irrigações diárias de 30 minutos com vazão de 97 L hora⁻¹), expondo as miniestacas a condição de pleno sol (FIGURA 3.2) por 30 dias. Foram realizadas fertirrigações semanais nas mudas durante o período de permanência em casa de sombra (4 g L⁻¹ uréia; 3 g L⁻¹ superfosfato simples; 0,25 g L⁻¹ FTE BR 10 [7% Zn, 4 % Fe, 4 % Mn, 0,1% Mo, 2,5 % B, 0,8% Cu] e 3 g L⁻¹ cloreto de potássio) e pleno Sol (4 g L⁻¹ sulfato de amônio; 1 g L⁻¹ superfosfato simples; 1 g L⁻¹ FTE BR 10 [7% Zn, 4 % Fe, 4 % Mn, 0,1% Mo, 2,5 % B, 0,8% Cu] e 4 g L⁻¹ cloreto de potássio).

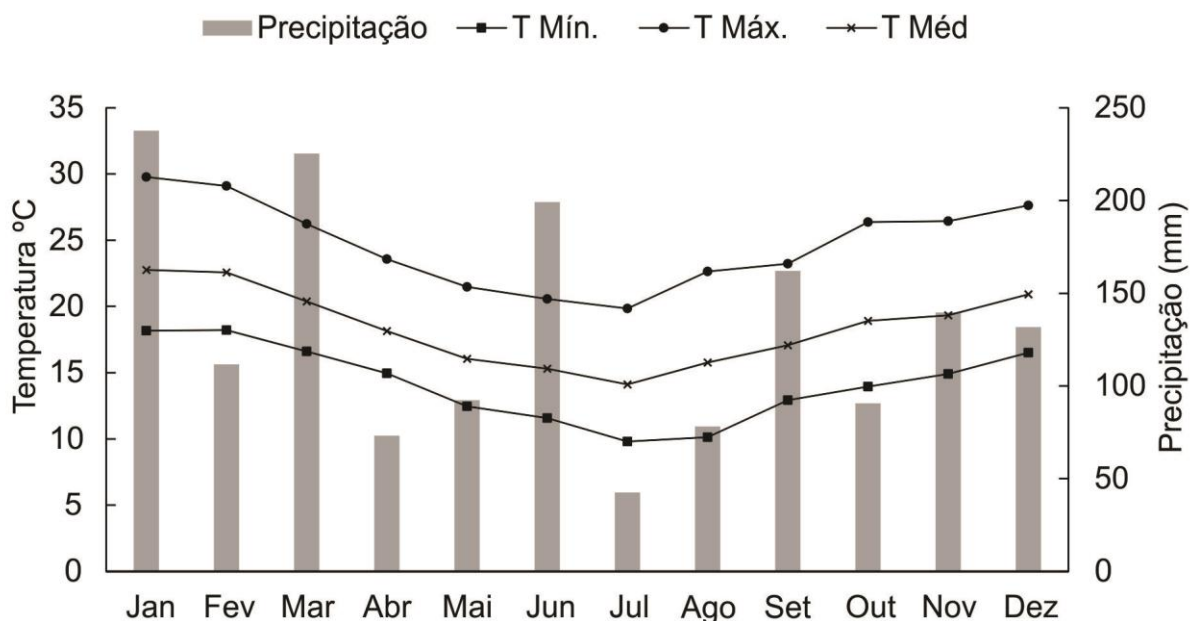


FIGURA 3.2 MÉDIAS DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS (T mín.), MÁXIMAS (T máx.) E MÉDIAS (T méd.) E PRECIPITAÇÃO PARA COLOMBO-PR, ENTRE JANEIRO/2014 E DEZEMBRO/2014. FONTE: SIMEPAR/PR.

Aos 70 dias após a miniestaqueia avaliou-se a sobrevivência (SSCV) e número de raízes no fundo do tubete (NR); aos 100 dias a sobrevivência (SSCS) e a emissão de brotos (EB); aos 130 dias o enraizamento a pleno sol (SPS), a altura da parte aérea (H), o diâmetro do coleto (DC), a facilidade de retirada das mudas dos tubetes (FRM), a agregação das raízes no substrato (ARS), a relação entre a altura da parte aérea, o diâmetro do coleto (H/DC) e a taxa de multiplicação (TM).

A facilidade de retirada das mudas do tubete foi avaliada por meio de três batidas na parte superior do tubete (boca), atribuindo uma nota de 0 (dificuldade máxima) a 10 (dificuldade mínima) para estas mudas. A agregação das raízes ao substrato foi avaliada retirando-se as mudas do tubete e soltando-as a uma altura

média de um metro do solo sobre um piso de brita. Ao torrão foi atribuída uma nota de 0 (muda totalmente desborrada) a 10 (muda integra) (WENDLING *et al.*, 2007). Ambas as avaliações foram realizadas pela mesma pessoa, com treinamento prévio para definição dos padrões supracitados.

Considerando as miniestacas sobreviventes aos 130 DAI (dias após a instalação) como enraizadas, calculou-se a taxa de multiplicação (TM) de mudas por metro quadrado por mês para cada substrato, conforme metodologia descrita em Wendling *et al.* (2015).

$TM = PMQ (m^2 \text{ mês}^{-1}) \times \% \text{ SPS}$, onde, TM, taxa de multiplicação e PMQ, produção de miniestacas por metro quadrado e SPS, sobrevivência a pleno sol.

Os experimentos de miniestaquia foram instalados em um delineamento inteiramente casualizado num modelo fatorial 4x6, quatro estações do ano e seis substratos, com cinco repetições de 16 miniestacas por unidade experimental, nas seguintes datas: 30/01/2014 (verão); 29/04/2014 (outono); 28/07/2014 (inverno); 29/11/2014 (primavera).

As variâncias dos tratamentos foram avaliadas quanto à homogeneidade pelo teste de Bartlett, e as variáveis que apresentaram diferenças significativas pelo teste F tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 16 coletas o percentual de sobrevivência das minicepas (82,6%) se manteve elevado (Figura 3.3 A), levando-se em conta o longo período experimental e o não replantio daquelas mortas em minijardim clonal. Não foi verificada influência das estações do ano na sobrevivência de minicepas; contudo, é visível uma leve redução da sobrevivência associada aos menores intervalos de coleta de miniestacas (Figura 3.3 B). Esse efeito está possivelmente relacionado ao menor

período disponível à recuperação das minicepas entre as sucessivas coletas (Stuepp *et al.*, 2015).

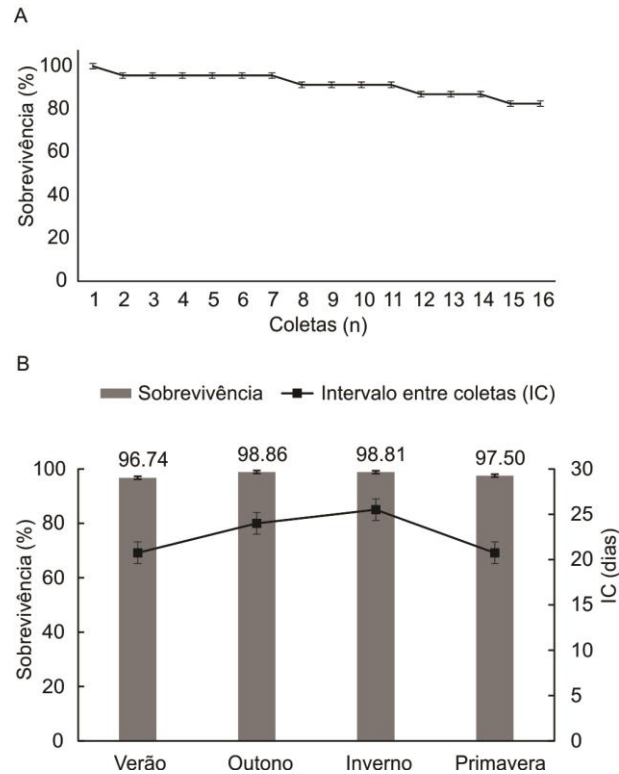


FIGURA 3.3 SOBREVIVÊNCIA DE MINICEPAS DE *Piptocarpha angustifolia* POR UM PERÍODO DE 353 DIAS SOB EFEITO DE COLETAS SUCESSIVAS: (A) EM FUNÇÃO DAS DIFERENTES COLETAS; (B) EM FUNÇÃO DAS ESTAÇÕES DO ANO E INTERVALOS ENTRE COLETAS. AS BARRAS INDICAM O ERRO PADRÃO DA MÉDIA.

O verão apresentou produtividade de miniestacas por metro quadrado (PMQ) (303,1) superior às demais estações avaliadas, favorecido pela elevação da temperatura média desta estação (Figura 3.4). Estes resultados refletem também a qualificação do sistema semi-hidropônico e da solução nutritiva aplicados às minicepas e corroboram com os resultados verificados para produtividade de *Piptocarpha angustifolia*, com 6,7 miniestacas minicepa⁻¹ em intervalos médios de 30 dias na primavera (FERRIANI *et al.*, 2011).

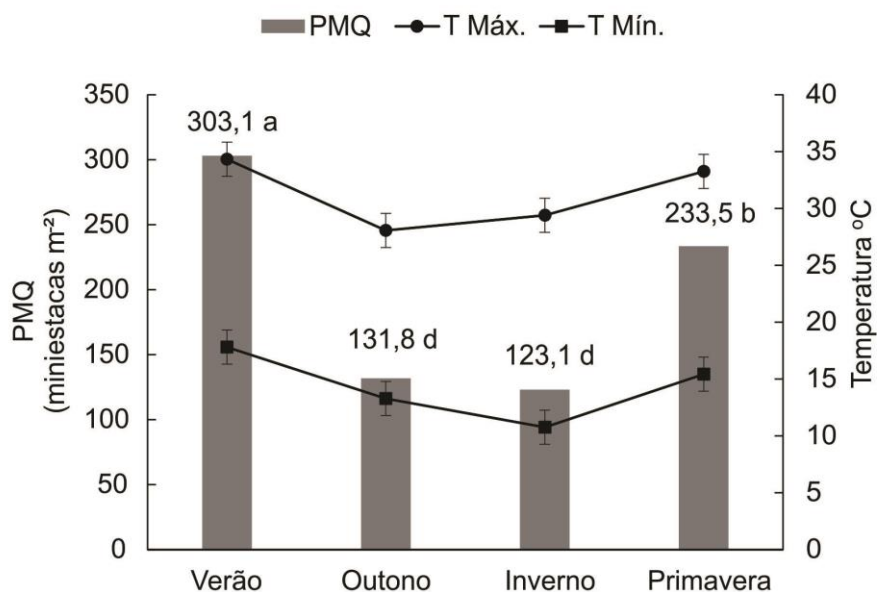


FIGURA 3.4 PRODUÇÃO DE MINIESTACAS DE *Piptocarpha angustifolia* POR METRO QUADRADO (PMQ) EM FUNÇÃO DAS ESTAÇÕES DO ANO. MÉDIAS SEGUIDAS POR MESMA LETRA NÃO DIFEREM ENTRE SI PELO TESTE DE TUKEY A 5% DE PROBABILIDADE. AS BARRAS INDICAM O ERRO PADRÃO DA MÉDIA.

O início das coletas ocorreu com o minijardim já formado e em pico de produtividade, aproximadamente doze meses após a instalação do mesmo, não refletindo os efeitos da adaptação das minicepas ao sistema semi-hidropônico e gerando uma maior homogeneidade na produtividade de miniestacas. Apesar da redução da produtividade verificada no outono e inverno, os resultados mostraram-se expressivos, principalmente pela manutenção das quatro coletas por estação do ano no outono e inverno (Figura 3.4).

A análise de variância para os dados coletados no verão/2014, outono/2014, inverno/2014, primavera/2014 revelou que a interação entre os fatores estações do ano e substratos foi significativa para as variáveis altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC) e taxa de multiplicação (TM), indicando que os fatores não são independentes. Para as demais variáveis analisadas, os resultados indicaram que a interação entre os fatores não foi significativa, atestando que os fatores são independentes; ou seja os fatores estações do ano e substratos, individualmente, foram significativos para todas as variáveis (Tabela 3.2).

TABELA 3.2 ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM DE SOBREVIVÊNCIA NA SAÍDA DA CASA DE VEGETAÇÃO (SSCV), NÚMERO DE RAÍZES NO FUNDO DO TUBETE (RFT), SOBREVIVÊNCIA NA SAÍDA DA CASA DE SOMBRA (SSCS), EMISSÃO DE BROTO (EB), ENRAIZAMENTO A PLENO SOL (SPS), ALTURA DA PARTE AÉREA (H), DIÂMETRO DO COLETO (DC), FACILIDADE DE RETIRADA DAS MUDAS DOS TUBETES (FRM), AGREGAÇÃO DAS RAÍZES NO SUBSTRATO (ARS), RELAÇÃO ENTRE A ALTURA DA PARTE AÉREA E O DIÂMETRO DO COLETO (H/DC) E TAXA DE MULTIPLICAÇÃO DE MINIESTACAS (TM) EM MUDAS DE *Piptocarpha angustifolia* PROVENIENTE DE MINIJARDIM CLONAL NAS QUATRO ESTAÇÕES DO ANO.

Fontes de variação	Grau de Liberdade	Quadrado médio										
		SSCV (%)	RFT (%)	SSCS (%)	EB (%)	SPS (%)	H (cm)	DC (mm)	FRM (n)	ARS (n)	H/DC (%)	TM (%)
Estações	3	1130,7**	4467,2**	912,0**	1003,4**	1808,9**	68,8**	50,8**	9,8**	13,9**	1,3**	65976,2**
Substratos	5	603,6**	226,9*	988,1**	1286,5**	1197,3**	385,4**	35,8**	3,03*	88,8**	4,3**	5523,8**
Estações x Substratos	15	30,06 ^{ns}	15,97 ^{ns}	51,52 ^{ns}	43,50 ^{ns}	57,23 ^{ns}	11,41**	3,22**	1,12 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,30 ^{ns}	636,50**
Erro	96	31,12	50,55	34,10	34,00	34,62	2,26	0,42	1,09	0,77	0,26	145,81
Total	119	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coefficiente de variação (%)		6,61	16,44	8,43	9,09	12,40	9,72	11,82	12,55	14,49	17,63	12,54
Teste de Bartlett (X²)		2,02 ^{ns}	2,42 ^{ns}	4,11 ^{ns}	2,17 ^{ns}	1,90 ^{ns}	44,57**	8,11 ^{ns}	9,93 ^{ns}	3,27 ^{ns}	7,17 ^{ns}	4,89 ^{ns}

** significativo ao nível de 1% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

A sobrevivência na saída da casa de vegetação (SSCV) aos 70 dias após a instalação da miniestaquia (DAI), na saída da casa de sombra aos 100 DAI (SSCS) e o enraizamento a pleno sol aos 130 DAI (SPS) mostraram influência significativa dos substratos avaliados e, de maneira geral, as composições de fibra de coco e casca de arroz carbonizada (S4, S5, S6) apresentaram valores superiores, diferindo significativamente dos substratos S1 e S2 (SSCV), S1 e S3 (SSCS) e S1, S2 e S3 (SPS) (Figura 3.5 A). Diversos autores vêm enfatizando os efeitos das diferentes composições de substratos e suas propriedades físicas e químicas no enraizamento e qualidade final de mudas clonais, principalmente naquelas de difícil enraizamento (DA SILVA *et al.*, 2012).

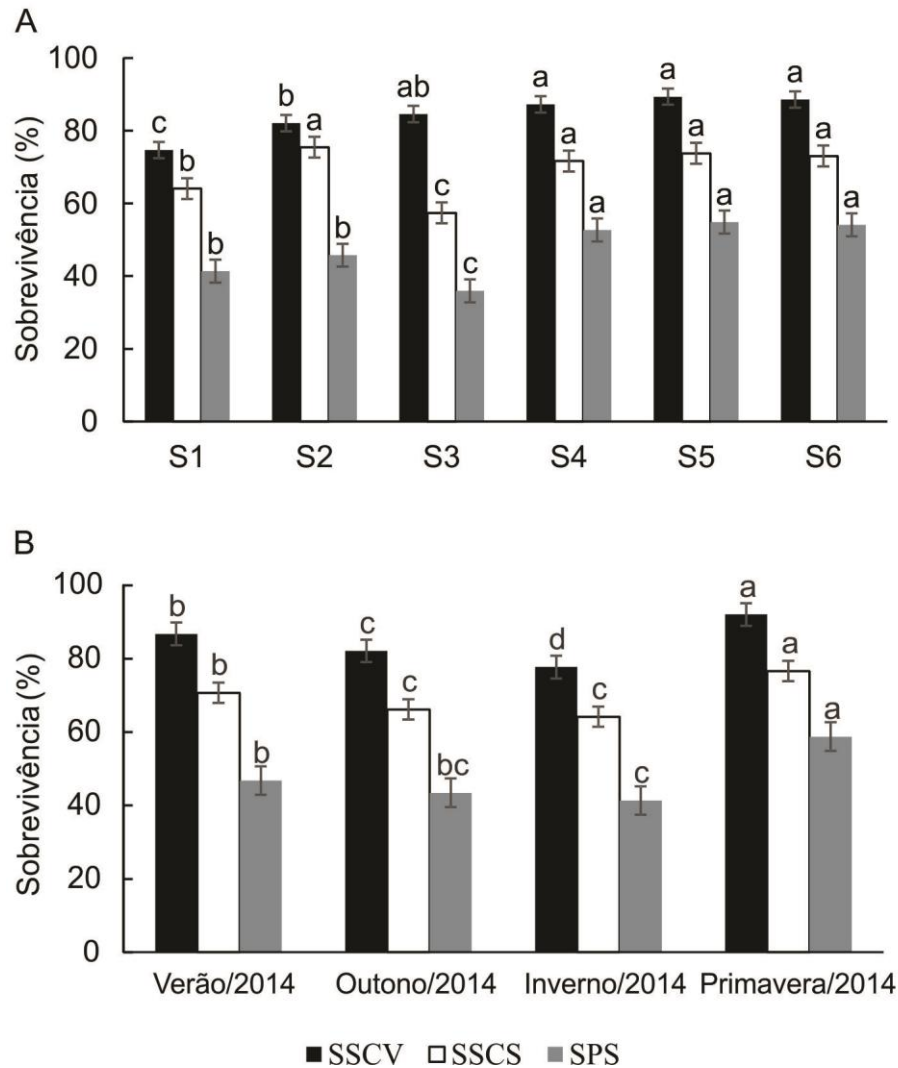


FIGURA 3.5 SOBREVIVÊNCIA DE MINIESTAÇAS DE *Piptocarpha angustifolia* NA SAÍDA DA CASA DE VEGETAÇÃO AOS 70 DAI (SSCV), NA SAÍDA DA CASA DE SOMBRA AOS 100 DAI (SSCS) E ENRAIZAMENTO A PLENO SOL AOS 130 DAI (SPS) EM FUNÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE SUBSTRATOS (A) E ESTAÇÕES DO ANO (B). S1 - SUBSTRATO COMERCIAL; S2 - 100% FIBRA DE COCO; S3 - 100% CASCA DE ARROZ CARBONIZADA; S4 - 50% FIBRA DE COCO E 50% CASCA DE ARROZ CARBONIZADA; S5 - 30% FIBRA DE COCO E 70% CASCA DE ARROZ CARBONIZADA; S6 - 70% FIBRA DE COCO E 30% CASCA DE ARROZ CARBONIZADA. MÉDIAS SEGUIDAS POR MESMA LETRA ENTRE OS SUBSTRATOS (A) E ENTRE AS ESTAÇÕES DO ANO (B) NÃO DIFEREM ENTRE SI PELO TESTE DE TUKEY A 5% DE PROBABILIDADE. AS BARRAS INDICAM O ERRO PADRÃO DA MÉDIA (N=16).

De maneira geral, tem sido difícil encontrar um componente que, isoladamente, apresente todas as características necessárias de um substrato para o cultivo da espécie desejada (KRATZ *et al.*, 2015). Em se tratando de produção clonal de espécies florestais, essa tarefa se torna ainda mais difícil, pois o substrato deve atender uma abrangência ainda maior de exigências em função das diferenças entre as condições encontradas em casa de vegetação e nos ambientes de aclimação e rustificação das mudas (MEHRI *et al.*, 2013).

A redução dos percentuais de sobrevivência em S1 (75,0%) na saída da casa de vegetação é possivelmente consequência do desequilíbrio nas características físicas (densidade úmida, macro e microporosidade) (MAEDA *et al.*, 2007) e químicas (pH, condutividade elétrica e teor total de sais solúveis) (GONÇALVES *et al.*, 2000), todas fortemente influenciadas pela elevada umidade em casa de vegetação. As exigências em termos de características físicas dos substratos para propagação vegetativa têm sido constantemente enfatizadas, sobretudo com relação a porosidade, garantindo assim uma disponibilidade adequada de oxigênio para a emissão e desenvolvimento radicial em ambientes com elevada umidade (casa de vegetação) (SIRIN *et al.*, 2010; DA SILVA *et al.*, 2012).

É importante destacar a elevada mortalidade das miniestacas apresentada em S3 já na saída da casa de sombra (55,8%), aumentada ainda mais na avaliação a pleno sol (35,9%) (Figura 3.5 A). O elevado pH pode ser um dos fatores que influenciaram negativamente a sobrevivência de miniestacas neste substrato; contudo, as características físicas deste, chamam a atenção para a elevada macroporosidade (64,3%) e consequente redução nos valores para água facilmente disponível (7,36%), água tamponante (0,11%) e capacidade de retenção de água (Tabela 3.1), expondo as limitações deste substrato em manter a umidade necessária para o desenvolvimento das plantas fora da casa de vegetação.

A casca de arroz carbonizada tem sido cada vez mais utilizada na composição de substratos para produção de mudas, proporcionando ao substrato excelente drenagem, boa oxigenação do sistema radicial, relativa estabilidade estrutural, baixa densidade e pH próximo a neutralidade (CALDEIRA *et al.*, 2013). Por outro lado, todas essas características físicas associadas a casca de arroz carbonizada são dependentes da granulometria e combinação com outros componentes (CALDEIRA *et al.*, 2013; KRATZ *et al.*, 2015), podendo não responder da forma esperada quando utilizada isoladamente.

Com relação às estações do ano, a primavera mostrou-se superior em todos os períodos avaliados, alcançando 58,7% de sobrevivência aos 130 DAI (Figura 3.5 B), corroborando com os resultados verificados para miniestaquia de *Piptocarpha angustifolia*, com 45% de enraizamento na primavera (FERRIANI *et al.*, 2011). É importante destacar que os bons resultados para

enraizamento de miniestacas e consequente sobrevivência ao longo do experimento podem também estar associados à juvenildade dos propágulos utilizados.

De maneira geral, a emissão de raízes no fundo do tubete (70 DAI) e a emissão de brotos (100 DAI) foram influenciadas pelos substratos avaliados, com os melhores resultados verificados em S2, S4, S5 e S6 (Figura 3.6 A). O melhor enquadramento destes substratos dentro da faixa de características físicas e químicas recomendadas aos substratos possivelmente influenciou os resultados para esta variável (KÄMPF; FERMINO, 2000; GONÇALVES *et al.*, 2000; MAEDA *et al.*, 2007).

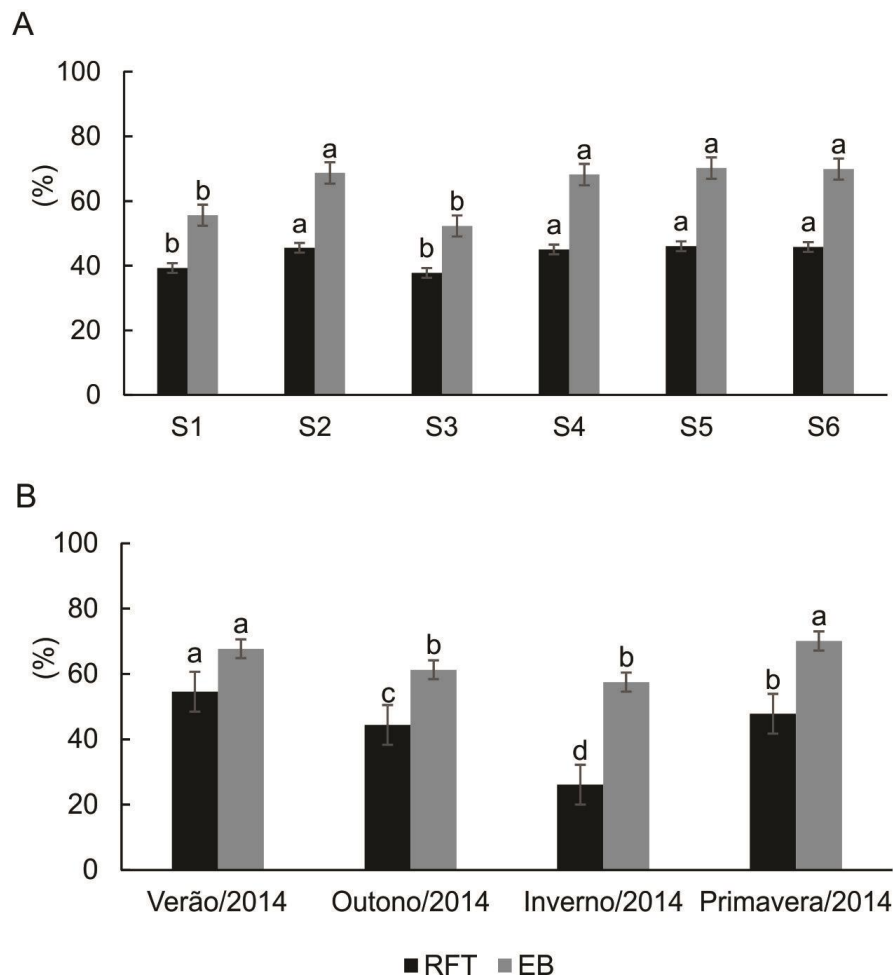


FIGURA 3.6 EMISSÃO DE RAÍZES NO FUNDO DO TUBETE (RFT) AOS 70 DAI E EMISSÃO DE BROTOS (EB) AOS 100 DAI EM MINIESTACAS DE *Piptocarpha angustifolia* EM FUNÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE SUBSTRATOS (A) E DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO (B). S1 - SUBSTRATO COMERCIAL; S2 - 100% FIBRA DE COCO; S3 - 100% CASCA DE ARROZ CARBONIZADA; S4 - 50% FIBRA DE COCO E 50% CASCA DE ARROZ CARBONIZADA; S5 - 30% FIBRA DE COCO E 70% CASCA DE ARROZ CARBONIZADA; S6 - 70% FIBRA DE COCO E 30% CASCA DE ARROZ CARBONIZADA. MÉDIAS SEGUIDAS POR MESMA LETRA ENTRE OS SUBSTRATOS (A) E ENTRE AS ESTAÇÕES DO ANO (B) NÃO DIFEREM ENTRE SI PELO TESTE DE TUKEY A 5% DE PROBABILIDADE. AS BARRAS INDICAM O ERRO PADRÃO DA MÉDIA (N=16).

Existe uma variação muito grande na definição das características físicas e químicas para substratos hortícolas. De maneira geral, um bom substrato para produção de mudas deve apresentar pH entre 5,0 e 5,8 para substratos com predomínio de matéria orgânica e, entre 6,0 e 6,5 para substratos com predomínio de solo mineral (KÄMPF; FERMINO, 2000). Deve apresentar também condutividade elétrica abaixo de $1,0 \text{ mS cm}^{-1}$ (GONÇALVES *et al.*, 2000) e densidade aparente entre 100 kg m^{-3} e 300 kg m^{-3} (KÄMPF, 2005). Já a porosidade total deve permanecer entre 75-85%, com macroporosidade entre 35-45% e microporosidade entre 45-55% (MAEDA *et al.*, 2007), dificultando assim a formulação de um substrato que consiga abranger todas essas características de forma efetiva.

Com relação às estações do ano, é evidente a influência da elevação nas temperaturas médias da primavera e verão na emissão de brotos e mais precisamente do verão no vigor radicial. Conseqüentemente, as reduzidas temperaturas verificadas no inverno resultaram nos menores percentuais para ambas variáveis (Figura 3.6 B).

A taxa de multiplicação revela a interação significativa entre as estações do ano e composições de substratos, com influência significativa da elevada produtividade de miniestacas (PMQ) no verão e primavera, qualificando positivamente as composições mistas de fibra de coco e casca de arroz carbonizada (S4, S5 e S6) e S2, composto apenas de fibra de coco (Tabela 3.3). De modo geral, a taxa de multiplicação reflete a eficiência técnica da espécie para fins de propagação clonal pois, consegue expressar a produtividade real em mudas, gerando condições de um dimensionamento adequado do sistema de produção para a espécie em nível comercial.

TABELA 3.3 TAXAS DE MULTIPLICAÇÃO (TM), ALTURA (H) E DIÂMETRO DO COLETO (DC) AOS 130 DAI EM MINIESTACAS DE *Piptocarpha angustifolia* EM FUNÇÃO DAS ESTAÇÕES DO ANO E COMPOSIÇÕES DE SUBSTRATOS.

	Verão	Outono	Inverno	Primavera	Médias
TM (130 DAI)					
S1	103,9 aB	51,0 bAB	40,2 bA	122,2 aBC	79,3
S2	157,7 aA	68,1 bA	55,0 bA	143,3 aAB	106,0
S3	87,8 bB	40,4 cB	45,2 cA	110,6 aC	71,0
S4	151,7 aA	61,5 bAB	58,7 bA	146,4 aA	104,6
S5	159,4 aA	65,5 bA	58,7 bA	153,3 aA	109,2
S6	158,3 aA	66,8 bA	57,5 bA	147,1 aA	107,4
Médias	136,5	58,9	52,5	137,1	
Coeficiente de variação (%) = 12,54					
H (cm)					
S1	14,5 aCD	12,9 aBC	12,0 aCD	12,6 aC	13,0
S2	12,4 aD	11,1 aC	10,8 aD	10,9 aC	11,3
S3	11,7 aD	12,2 aC	11,0 aD	10,1 aC	11,3
S4	21,4 aB	18,1 bcA	15,9 cAB	20,6 abB	19,0
S5	25,9 aA	20,2 bA	17,9 bA	23,9 aA	22,0
S6	17,1 abC	15,2 bcB	14,2 cBC	18,3 aB	16,2
Médias	17,2	15,0	13,6	16,1	
Coeficiente de variação (%) = 9,72					
DC (mm)					
S1	5,5 aB	4,3 bC	4,0 bB	4,3 bD	4,5
S2	5,7 aB	4,6 bBC	4,4 bAB	4,7 bCD	4,8
S3	5,5 aB	4,4 bC	4,3 bB	4,3 bD	4,6
S4	7,6 aA	5,1 bABC	4,9 bAB	7,4 aA	6,3
S5	7,2 aA	5,7 bcAB	5,1 cAB	6,4 abAB	6,1
S6	8,1 aA	6,1 bA	5,5 bA	5,7 bBC	6,3
Médias	6,6	5,0	4,7	5,5	

Coeficiente de variação (%) = 11,82

S1 - Substrato comercial; S2 - 100% Fibra de coco; S3 - 100% Casca de Arroz Carbonizada; S4 - 50% Fibra de Coco e 50% Casca de Arroz Carbonizada; S5 - 30% Fibra de Coco e 70% Casca de Arroz Carbonizada; S6 - 70% fibra de coco e 30% Casca de Arroz Carbonizada. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para as variáveis altura e diâmetro do coleto verificou-se interação entre os substratos avaliados e as estações do ano, ambos com destaque para as composições mistas de substratos (S4, S5 e S6). Com relação à altura, S5 apresentou os melhores resultados no verão e na primavera. Já para o diâmetro do coleto, os melhores resultados foram verificados em S4, S5 e S6 no verão e em S4 na primavera (Tabela 3.3).

A utilização de fibra de coco (FC) ou casca de arroz carbonizada (CAC) puras, assim como a utilização de substrato comercial não favoreceu o crescimento

das mudas. Já o aumento da relação CAC/FC favoreceu o crescimento em altura, alcançando os maiores valores na relação 70% CAC/30% FC (S5) (Tabela 3.3) (Figura 3.1 C, D, E). S5 foi o substrato que apresentou o maior número de propriedades químicas e físicas dentro dos padrões estabelecidos na literatura, dentre elas, pH, CE, DA, PT, macro e micro, AFD e TTSS (KÄMPF; FERMINO, 2000; GONÇALVES *et al.*, 2000; KÄMPF, 2005; MAEDA *et al.*, 2007).

Apesar de apresentar uma composição comum na produção de mudas florestais, o substrato comercial a base de casca de pinus e fibra de coco (S1), não se mostrou eficiente na produção de mudas clonais de *Piptocarpha angustifolia*. Dentre as principais características físicas e químicas que possivelmente afetaram seu desempenho, podem-se destacar seu reduzido pH, macro e microporosidade e seus elevados valores para condutividade elétrica, água facilmente disponível e teor total de sais solúveis (Tabela 3.1).

Para a produção de mudas clonais de *Piptocarpha angustifolia*, o diâmetro do coleto por si só não representa uma variável capaz de expressar a qualidade final das mudas, principalmente pelo fato do diâmetro inicial das miniestacas já ser elevado (aproximadamente 5 mm) o que dificulta a análise desta variável. No entanto, o diâmetro do coleto é uma variável chave para avaliação do potencial de sobrevivência e crescimento pós plantio (DA SILVA *et al.*, 2012), assim como existem evidências de que, dentro de uma mesma espécie, plantas com maior diâmetro de colo tendem a apresentar maior crescimento radicular a campo (SOUZA *et al.*, 2006).

De maneira semelhante, a relação entre as variáveis altura e diâmetro do coleto (H/DC) pode ser representativa, denotando ou não um crescimento proporcional das mudas. Além ser um bom parâmetro de referência para o acúmulo de reservas, pode representar uma maior resistência e fixação das mudas ao substrato (ARTUR *et al.*, 2007). Em se tratando de silvicultura clonal, existe uma grande variabilidade quanto ao diâmetro entre espécies e clones. Em *Piptocarpha angustifolia*, com a utilização de miniestacas com diâmetro médio de 5 mm, essa análise torna-se complexa, diferentemente de clones de *Eucalyptus* L'Her. onde essa relação pode ser definida como ideal entre 6 e 10 (GOMES *et al.*, 2002).

A relação H/DC está entre as mais utilizadas e tem sido comprovada em sistemas consolidados de produção de mudas florestais, podendo ser um excelente indicativo da capacidade de sobrevivência das mudas a condições de campo onde, de maneira geral, plantas com diâmetro de coleto maiores e menores alturas são consideradas de melhor qualidade quando comparadas àquelas com elevada altura e reduzido diâmetro (GOMES *et al.*, 2002).

Independentemente dos substratos avaliados, a facilidade de remoção da muda do tubete (FRM) mostrou-se adequada. Em relação estações, esse índice foi maior naquelas com temperaturas amenas (outono e inverno), diferindo significativamente apenas do verão, devido à menor formação e desenvolvimento de raízes em estações mais frias. Da maneira semelhante, a agregação raízes ao substrato (ARS) apresentou os melhores resultados em S4 e S5 (Figura 3.7), diferindo significativamente dos demais substratos (Figura 3.1 C). É importante destacar o bom resultado para ARS em S4 e S5, mantiveram-se bem acima dos demais substratos. Com relação às estações do ano, o verão apresentou o maior valor para ARS, sem variações significativas com a primavera e superior às demais estações (Figura 3.7).

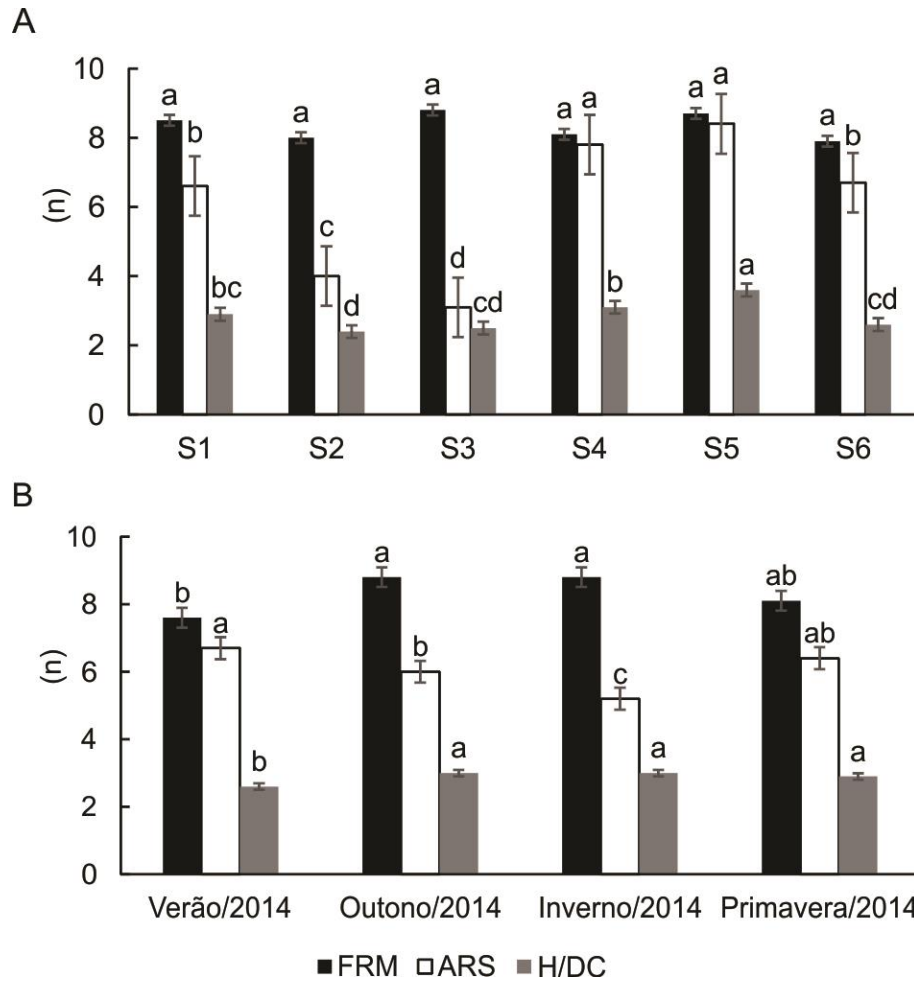


FIGURA 3.7 NOTAS PARA FACILIDADE DE RETIRADA DAS MUDAS DO TUBETE (FRM), AGREGAÇÃO DAS RAÍZES AO SUBSTRATO (ARS) E RELAÇÃO ENTRE ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO DO COLETO (H/DC) AOS 130 DAI EM MINIESTACAS DE *Piptocarpha angustifolia* EM FUNÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE SUBSTRATOS (A) E DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO (B). S1 - SUBSTRATO COMERCIAL; S2 - 100% FIBRA DE COCO; S3 - 100% CASÇA DE ARROZ CARBONIZADA; S4 - 50% FIBRA DE COCO E 50% CASÇA DE ARROZ CARBONIZADA; S5 - 30% FIBRA DE COCO E 70% CASÇA DE ARROZ CARBONIZADA; S6 - 70% FIBRA DE COCO E 30% CASÇA DE ARROZ CARBONIZADA. MÉDIAS SEGUIDAS POR MESMA LETRA ENTRE OS SUBSTRATOS (A) E ENTRE AS ESTAÇÕES DO ANO (B) NÃO DIFEREM ENTRE SI PELO TESTE DE TUKEY A 5% DE PROBABILIDADE. AS BARRAS INDICAM O ERRO PADRÃO DA MÉDIA (N=16).

Uma boa agregação das raízes ao substrato é um excelente indicativo para qualidade de mudas florestais, garantido que a muda chegue ao campo com a mesma qualidade definida no momento da expedição em viveiro. Quanto mais próxima a 10, maior a capacidade de sobrevivência dessas mudas a campo (WENDLING *et al.*, 2007). A definição de padrões básicos não destrutivos para expedição de mudas em viveiros pode ser uma ferramenta eficiente na qualificação da produção de mudas de espécies florestais (SILVA *et al.*, 2015). Assim, a seleção

de mudas com base nessas variáveis morfológicas sugere ganhos excepcionais em produtividade e qualidade.

Torna-se evidente no presente estudo a influência das características físicas e químicas dos substratos no enraizamento, vigor radicial e qualidade final de mudas de *Piptocarpha angustifolia*, assim como a viabilidade técnica de produção de mudas clonais da espécie, abrindo novas perspectivas em sua utilização, seja para produção madeireira ou para a restauração de ecossistemas degradados.

5.4 CONCLUSÕES

Baseado nos resultados obtidos no presente trabalho é possível concluir que a maior relação entre casca de arroz carbonizada e fibra de coco favorece o crescimento das mudas, conferindo melhor qualidade, recomendando-se o substrato composto por 30% fibra de coco e 70% casca de arroz carbonizada. A primavera é a estação mais favorável para a sobrevivência e qualidade das mudas e, em conjunto com o verão, apresenta as maiores taxas de multiplicação de miniestacas.

REFERÊNCIAS

ARTUR, A. G. et al. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 843-850, 2007.

BACCARIN, F. J. B. et al. Vegetative rescue and cloning of *Eucalyptus benthamii* selected adult trees. **New Forests**, v. 46, n. 4, p. 465-483, 2015.

BRASIL. Instrução Normativa nº 17, 21 de maio de 2007. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 maio 2007. Seção 1, p. 8.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p. 31-39, 2013.

CORRÊA, P. R. R. et al. Efeito da planta matriz, estação do ano e ambiente de cultivo na miniestaquia de *Pinus radiata*. **Revista Floresta**, v. 45, p. 65-74, 2015.

DA SILVA, R. B. G.; SIMÕES, D.; DA SILVA, M. R. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 297-302, 2012.

FERRIANI, A. P. et al. Produção de brotações e enraizamento de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, n. 67, p. 257-264, 2011.

FOSSATI, L. C.; NOGUEIRA, A. C. Qualidade física e fisiológica das cipselas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén ex Malme de diferentes populações e árvores porta sementes. **Revista Floresta**, v. 39, n. 2, p. 419-430, 2009.

FRANKLIN, K. A. et al. Phytochrome-interacting factor 4 (PIF4) regulates auxin biosynthesis at high temperature. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, n. 50, p. 20231-20235, 2011.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309-350.

HASANUZZAMAN, M. et al. Physiological, biochemical, and molecular mechanisms of heat stress tolerance in plants. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 14, n. 5, p. 9643-9684, 2013.

KÄMPF, A. N. Substrato. In: KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. 2. ed. Guaíba: Agrolivros, 2005. p. 45-72.

KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, 2000. 312p.

KRATZ, D. et al. Produção de mudas de erva-mate por miniestaquia em substratos renováveis. **Revista Floresta**, v. 45, n. 3, p. 609-616, 2015.

LOPES, J. L. W. et al. Influência dos fatores bióticos e abióticos na sobrevivência de eucalipto em função do solo e do manejo de viveiro. **Biotemas**, v. 22, n. 2, p. 29-38, 2009.

MAEDA, S. et al. Caracterização de substratos para produção de mudas de espécies florestais elaborados a partir de resíduos orgânicos. **Pesquisa Florestal brasileira**, n. 54, p. 97-104, 2007.

MARÍN-DE LA ROSA, N. et al. Integrating circadian and gibberellin signaling in *Arabidopsis*: Possible links between the circadian clock and the AtGID transcription. **Plant signaling & behavior**, v. 6, n. 9, p. 1411-1413, 2011.

MEHRI, H.; MHANNA, K.; SOLTANE, A. Root Growth of *Arbequina* Cuttings as Influenced by Organic and Inorganic Substrates under the Conditions of Al-Jouf (KSA). **American Journal of Plant Physiology**, v. 8, p. 74-83, 2013.

POP, T. I.; PAMFIL, D.; BELLINI, C. Auxin Control in the Formation of Adventitious Roots. **Notulae Botânica Horti Agrobotanici**, v. 39, n. 1, p. 307-316, 2011.

RIBEIRO, R. V. et al. Moderate warm temperature improves shoot growth, affects carbohydrate status and stimulates photosynthesis of sweet orange plants. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 24, n. 1, p. 37-46, 2012.

RIBEIRO-OLIVEIRA, J. P.; RANAL, M. A. Brazilian forest seeds: a precarious beginning, a heady present and the future, will it be promising? **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 771-784, 2014.

SILVA, C. R. A. et al. Desenvolvimento biométrico de mudas de eucalipto sob diferentes lâminas de irrigação na fase de crescimento. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 84, p. 381-390, 2015.

SIRIN, U.; ERTAN, E.; ERTAN, B. Growth substrates and fig nursery tree production. **Scientia Agricola**, v. 67, p. 633-638, 2010.

SOUZA, C. A. M. et al. Desenvolvimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. **Ciência Florestal**, v. 16, p. 243-249, 2006.

STUEPP, C. A. et al. Vegetative propagation of mature dragon trees through epicormic shoots. **Revista Bosque**, v. 35, n. 3, p. 333-341, 2014.

STUEPP, C. A. et al. Rooting mini-cuttings of *Paulownia fortunei* var. *mikado* derived from clonal mini-garden. **Revista Árvore**, v. 39, n. 3, p. 497-504, 2015.

VALERI, S. V.; CORRADINI, L. **Fertilização em viveiros para produção de mudas de Eucalyptus e Pinus**. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, 2000. p.167-189.

WENDLING, I. et al. Mini-cuttings technique: a new ex vitro method for clonal propagation of sweetgum. **New Forests**, v. 39, n. 3, p. 343-353, 2010.

WENDLING, I.; BROOKS, P. R.; TRUEMAN, S. J. Topophysis in *Corymbia torelliana* x *C. citriodora* seedlings: adventitious rooting capacity, stem anatomy, and auxin and abscisic acid concentrations. **New Forests**, v. 46, p. 107-120, 2015.

WENDLING, I.; GUASTALA, D.; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, v. 31, p. 209-220, 2007.

6 CAPÍTULO IV: SILVICULTURA CLONAL DE *Piptocarpha angustifolia*: SOBREVIVÊNCIA E VIGOR DE CRESCIMENTO A CAMPO

RESUMO

Piptocarpha angustifolia (vassourão-branco) é uma espécie nativa potencial para a silvicultura brasileira. No entanto, uma série de desafios e limitações técnicas ainda persistem, dificultando sua expansão como espécie para plantios florestais, dentre eles, a falta de avaliação de sua sobrevivência e crescimento em condições de plantio a campo. Assim, o presente estudo objetivou avaliar a sobrevivência e o vigor de crescimento em condições de pleno sol a campo de mudas clonais de *Piptocarpha angustifolia* em função da altura inicial das mudas, no momento do plantio. Mudas provenientes de miniestaquia com 20 ± 5 cm e 40 ± 5 cm de altura foram plantadas a campo em espaçamento 3 x 2 m. Nestas, foram avaliadas a sobrevivência, o diâmetro do caule e a altura total ao longo de 24 meses. O experimento foi conduzido num delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas no tempo. Mudas de 20 ± 5 cm mostraram-se superiores em sobrevivência às de 40 ± 5 cm. O crescimento em altura e diâmetro manteve-se constante até os 24 meses, alcançando 64,1 cm e 13,5 mm, respectivamente, independente da altura de expedição das mudas. Mais estudos são necessários para determinar o comportamento da espécie em condições de pleno sol em plantios homogêneos, assim como sua susceptibilidade ao ataque de pragas florestais.

Palavras-chave: Vassourão-branco, altura das mudas, avaliação a campo, espécie florestal nativa.

CLONAL FORESTRY OF *Piptocarpha angustifolia*: SURVIVAL AND GROWTH VIGOR IN FIELD

ABSTRACT

Piptocarpha angustifolia (“vassourão-branco”) is a potential native species for Brazilian forestry. However, a lot of challenges and technical constraints persist, hindering its expansion as a species for forest plantations, among them, the lack of evaluation of their survival and growth in field conditions. Thus, this study aimed to evaluate the survival and growth vigor of *Piptocarpha angustifolia* according to two initial heights of seedlings at planting. Plants from minicutting with 20 ± 5 cm and 40 ± 5 cm were planted in field spacing 3 x 2 m. In these, were evaluated the survival, base diameter and total height during 24 months. The experiment was implemented according to a completely randomized design in a model of split plot. Plants of 20 ± 5 cm are superior in survival to 40 ± 5 cm ones. The growth in height and diameter remained constant up to 24 months, reaching 64.1 cm and 13.5 mm, respectively, independently of the seedlings expedition time. More studies are needed to determine the behavior of the species in conditions of full sunlight in homogeneous stands, as well as their susceptibility to attack by forest pests.

Key words: “Vassourão-branco”, seedling height, field evaluation, native forest specie.

6.1 INTRODUÇÃO

A silvicultura clonal abrange desde o processo de seleção da espécie a ser estudada, bem como seu resgate, avaliação genética e fenotípica, até o estabelecimento e manejo dos plantios clonais a campo (SCHULER; MCCARTHY, 2015). O desenvolvimento de florestas com elevada uniformidade, adaptação às variações ambientais e sobretudo o aumento da produtividade destas, são alguns dos seus benefícios (XAVIER *et al.*, 2013; WENDLING *et al.*, 2015), sendo a clonagem amplamente aplicada na silvicultura de espécies do gênero *Eucalyptus* L'Her. (XAVIER; SILVA, 2010).

Apesar do grande número de pesquisas viabilizando a propagação vegetativa de espécies nativas com potencial silvicultural (FERRIANI *et al.*, 2011; DIAS *et al.*, 2012), poucas avaliam seu potencial de crescimento a campo (TONINI *et al.*, 2008; MELOTTO *et al.*, 2009; WENDLING *et al.*, 2016). Algumas destas espécies possuem elevado potencial econômico; no entanto, tem seu uso limitado devido à escassez de informações acerca de sua silvicultura.

A produção de mudas clonais de qualidade tem sido um dos desafios da silvicultura em espécies nativas (KRATZ *et al.*, 2015). De maneira geral, as pesquisas envolvendo a qualidade de mudas florestais tem focado na melhoria da sobrevivência a curto prazo e crescimento a campo (CORTINA *et al.*, 2013). Um dos fatores preponderantes à sobrevivência e vigor vegetativo a campo tem sido a altura das mudas no momento do plantio (VILLAR-SALVADOR *et al.*, 2004; JACOBS *et al.*, 2005; REIS *et al.*, 2008). A altura ideal para expedição das mudas depende diretamente da espécie em questão e das práticas de manejo em viveiro, variando de 15 a 25 cm (STURION *et al.*, 2000) a 15 e 30 cm (GOMES *et al.*, 1996). No entanto, alguns autores têm identificado uma maior sobrevivência a campo para mudas com maior porte aéreo (VILLAR-SALVADOR *et al.*, 2004; JACOBS *et al.*, 2005).

Piptocarpha angustifolia Dusén ex Malme (vassourão-branco) é uma espécie secundária inicial (CARVALHO, 2003; FOSSATI; NOGUEIRA, 2009). Tem sua ocorrência associada às florestas de araucária, se restringindo às regiões mais elevadas do planalto sul-brasileiro, em altitudes entre 500 e 1.200 m

(SEITZ, 1976). Apresenta características ortotrópicas, rápido crescimento, madeira de qualidade para diversos fins e histórico favorável de desdobro e beneficiamento na indústria madeireira (FOSSATI; NOGUEIRA, 2009). Além disso, sua utilização com duplo propósito (restauração de ecossistemas degradados e produção de madeira) torna a espécie ainda mais interessante, possibilitando a utilização de áreas degradadas para fins silviculturais (SEITZ, 1976).

A escassez de informações a respeito da silvicultura de *Piptocarpha angustifolia* tem ampliado ao longo dos anos a lacuna entre seu potencial econômico/ecológico e sua real aplicação. Atualmente, no Brasil são inexistentes plantios com fins comerciais da espécie e a produção de mudas por via seminal para fins ecológicos é escassa, devido as limitações verificadas em seu processo de reprodução sexuada (SEITZ, 1976; CARVALHO, 2003; FOSSATI; NOGUEIRA, 2009).

Assim, objetivou-se avaliar a sobrevivência e o vigor de crescimento a campo de mudas com duas alturas (no momento da expedição) de *Piptocarpha angustifolia* produzidas por miniestaquia.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

6.2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido entre setembro de 2014 e setembro de 2016 na Fazenda Canguiri, pertencente a UFPR, localizada em Pinhais-PR (25°23' S e 49°07' W, 900 m) (Figura 4.1). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é temperado, do tipo Cfb, com temperatura do mês mais frio entre -3 e 18 °C, sempre úmido, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e temperatura média do mês mais quente inferior a 22 °C (Figura 4.2).

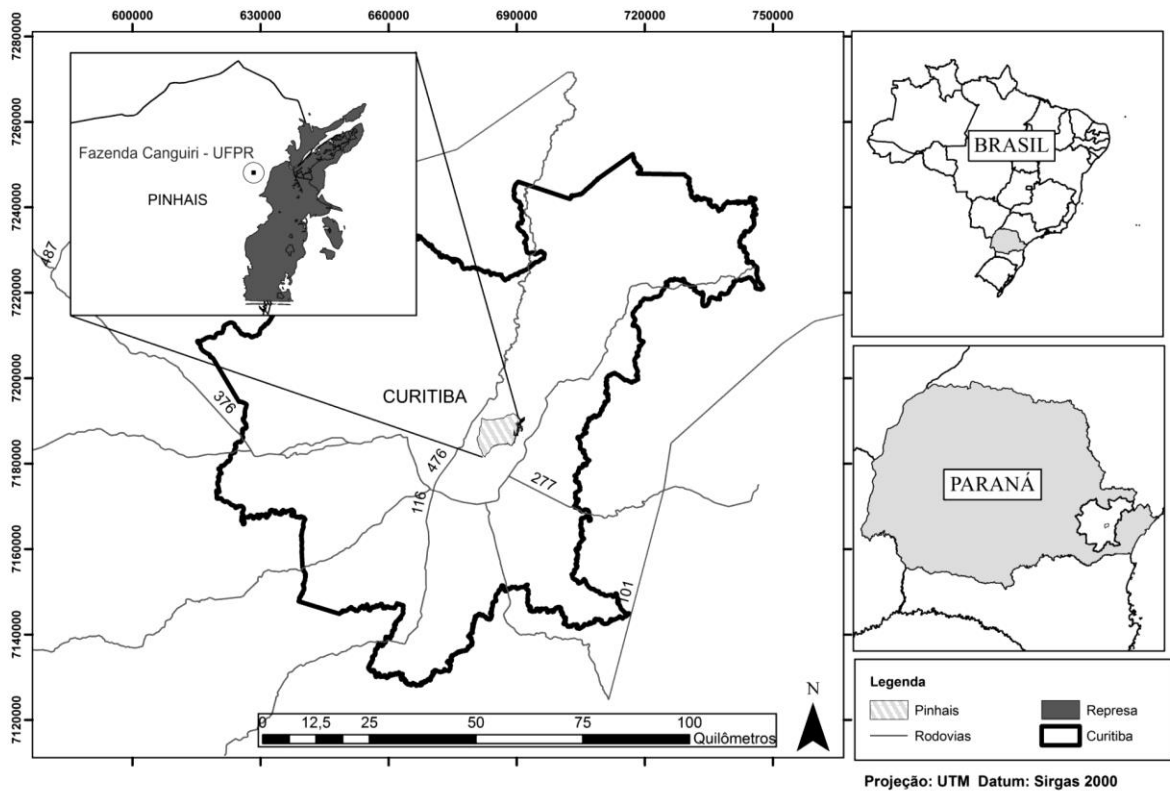


FIGURA 4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO NA FAZENDA CANGUIRI, PINHAIS-PR. FONTE: SUDERHSA, 2000.

A área experimental tem ocorrência de Cambissolo Háplico (SUGAMOSTO, 2002). Em termos de propriedades químicas, o solo apresentava fertilidade de média a alta (Tabela 4.1).

TABELA 4.1 TEORES DE ARGILA E PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL DE 0 A 30 CM E 50 A 80 CM DE PROFUNDIDADE (Prof.).

Prof. (cm)	pH	Ca	Mg	Al	H+Al	T	V	m	C	P	K	Argila
												%
----- cmol _c dm ⁻³ -----						--- % ---		g dm ⁻³		-- mg dm ⁻³ --		%
0-30	5,70	8,73	3,66	0,13	4,71	17,18	73	1	39,9	1,98	0,09	48,0
50-80	4,96	3,41	1,69	0,75	7,19	12,36	42	13	34,0	1,20	0,07	51,4

Extratores: Mehlich⁻¹ (P e K); e KCl (Ca, Mg e Al).

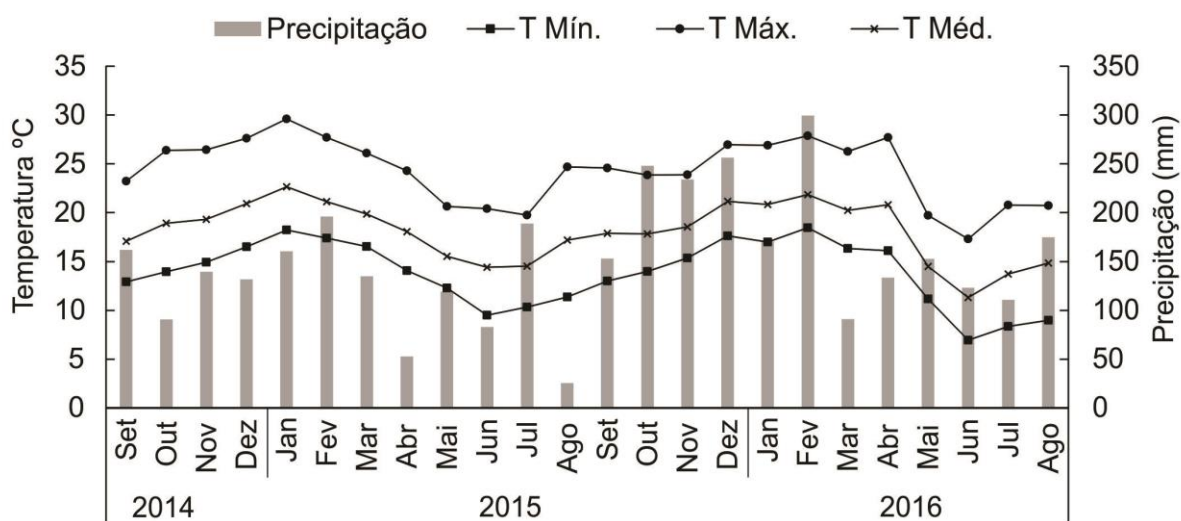


FIGURA 4.2 MÉDIAS DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS (T Mín.), MÁXIMAS (T Máx.) E MÉDIAS (T Méd.) E PRECIPITAÇÃO PARA REGIÃO DE PINHAIS-PR, ENTRE OS MESES DE SETEMBRO/2014 E SETEMBRO/2016. FONTE: SIMEPAR/PR.

6.2.2 Produção de mudas

Em fevereiro de 2014 foram produzidas mudas pela técnica de miniestaquia (STUEPP *et al.*, 2017), com minijardim clonal formado por mudas produzidas previamente pela técnica de estaquia convencional, a partir de brotações epicórmicas de cepas, provenientes de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em estágio secundário de desenvolvimento no município de Petrolândia-SC (27° 44' S e 50° 02' W, 410 m). O minijardim encontrava-se em estufa coberta com polietileno, onde as minicepas receberam fertirrigação por gotejamento três vezes ao dia a uma vazão média de 6 L m⁻² dia⁻¹ com a solução nutritiva descrita em Stuepp *et al.* (2017).

Foram preparadas miniestacas com 8 ± 1 cm de comprimento e diâmetro médio em torno de 0,5 ± 0,1 cm, mantendo-se duas folhas reduzidas a 50% de sua superfície original. O plantio foi realizado em tubetes de polipropileno com capacidade de 280 cm³, preenchidos com casca de arroz carbonizada e vermiculita na relação 1:1 (v/v), a cerca de 2 cm de profundidade. Estes, foram acondicionados em casa de vegetação climatizada (temperatura média de 24 ± 2 °C e 85% de umidade relativa) durante 70 dias.

Após a permanência em casa de vegetação, o material foi transferido para a casa de sombra (50% de sombreamento) por um período de 30 dias, seguindo para estufa por 90 dias, a partir da qual foram transferidas para área de pleno sol onde permaneceram por 30 dias até sua expedição a campo (Tabela 4.2). Após 220 dias, as mudas foram selecionadas em duas alturas, 20 ± 5 cm e 40 ± 5 cm (Figura 4.3 A, B), de acordo com a disponibilidade e padrão das mudas, e levadas a campo para o plantio.

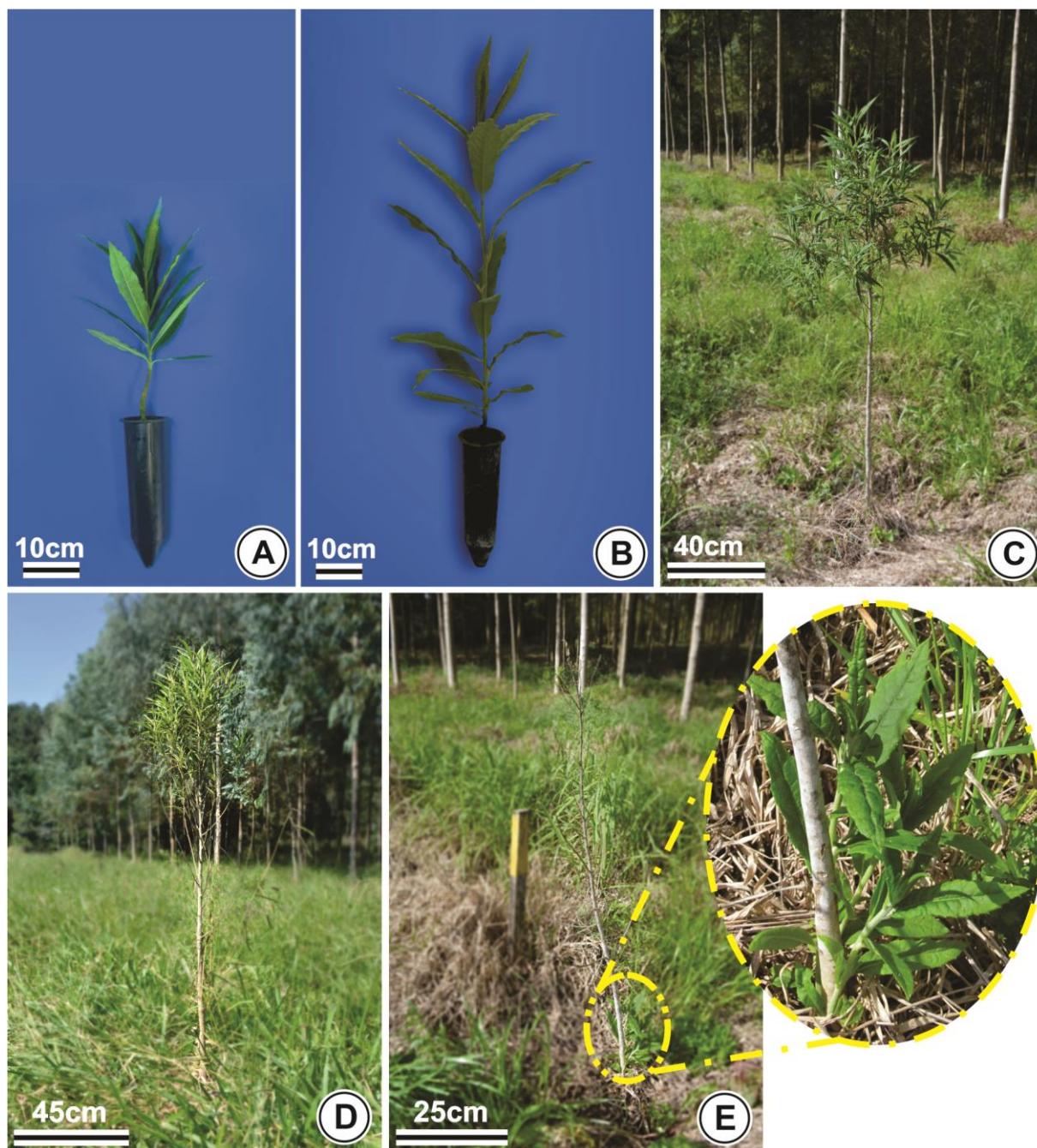


FIGURA 4.3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO EXPERIMENTO COM MUDAS CLONAIIS DE *Piptocarpha angustifolia*: A – MUDAS COM 20 ± 5 CM; B - MUDAS COM 40 ± 5 CM; C, D – PLANTAS COM DESENVOLVIMENTO SATISFATÓRIO; E – PLANTA ATACADA POR FORMIGAS CORTADEIRAS, IDENTIFICANDO A REBROTA BASAL.

TABELA 4.2 TEMPERATURA E UMIDADE MÉDIA NOS DIFERENTES AMBIENTES UTILIZADOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Piptocarpha angustifolia*.

Ambiente	Temperatura ¹	Umidade ¹	Irrigação	Fertirrigação ²
Casa de vegetação	20 °C ± 10 °C	>80%	Nebulização intermitente	-
Casa de sombra	18 °C ± 15 °C	24 a 95%	Miniaspersão (1 min, 5x ao dia com vasão de 97 L hora ⁻¹)	4 g L ⁻¹ uréia; 3 g L ⁻¹ superfosfato simples; 0,25 g L ⁻¹ FTE BR 10 [7% Zn, 4 % Fe, 4 % Mn, 0,1% Mo, 2,5 % B, 0,8% Cu] e 3 g L ⁻¹ cloreto de potássio
Estufa	20 °C ± 18 °C	20 a 90%	Miniaspersão (1 min, 3x ao dia com vasão de 97 L hora ⁻¹)	8 g L ⁻¹ ureia; 6 g L ⁻¹ superfosfato simples; 0,5 g L ⁻¹ FTE BR 10 [7% Zn, 4 % Fe, 4 % Mn, 0,1% Mo, 2,5 % B, 0,8% Cu] e 6 g L ⁻¹ nitrato de potássio
Pleno Sol	Figura 4.2	-	Miniaspersão (30 min, 4x ao dia com vasão de 97 L hora ⁻¹)	4 g L ⁻¹ sulfato de amônio; 1 g L ⁻¹ superfosfato simples; 1 g L ⁻¹ FTE BR 10 [7% Zn, 4 % Fe, 4 % Mn, 0,1% Mo, 2,5 % B, 0,8% Cu] e 4 g L ⁻¹ cloreto de potássio

¹Somente houve controle de temperatura e umidade na casa de vegetação; ²A fertirrigação em todas as etapas foi realizada em intervalos de 7 dias. Fonte: Laboratório de Propagação de Espécies Florestais da Embrapa Florestas, Colombo-PR.

6.2.3 Plantio a campo e avaliações

Previamente ao plantio das mudas foi realizada roçada mecânica na área total do experimento. O preparo da área consistiu na marcação das linhas com subsolador (50 cm de profundidade) em espaçamento fixo de 3 m entre linhas. O plantio foi realizado em setembro de 2014, de forma manual, em espaçamento de 3 x 2 m. Realizou-se adubação com 100 g de NPK (4-14-8) por cova, incorporando-a juntamente com o solo retirado das covas. Os tratos silviculturais pós-plantio consistiram em roçadas mecanizadas aos 60, 120 e 180 dias após o plantio na área total e aos 12 e 18 meses após o plantio nas entrelinhas.

Ao longo do experimento foram avaliadas a sobrevivência das mudas aos 1, 2, 3, 6, 12, 18 e 24 meses após o plantio, além do diâmetro do caule (10 cm do solo) e altura total das plantas aos 6, 12, 18, e 24 meses após o plantio.

6.2.4 Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi instalado num delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos referentes à altura das mudas plantadas a campo (20 ± 5 cm e 40 ± 5 cm), com 5 repetições de 25 plantas por unidade experimental, totalizando 200 plantas avaliadas, excluindo-se a bordadura. Os dados foram avaliados quando à homogeneidade por meio do teste de Bartlett e posteriormente por meio do teste estatístico ANOVA, num modelo de parcelas subdivididas no tempo. As parcelas foram constituídas pelas plantas e as subparcelas constituídas pelas épocas de avaliação. Em situações de significância estatística ($p < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para os dados coletados para sobrevivência, diâmetro e altura de mudas clonais de *Piptocarpha angustifolia* mostrou não haver interação entre os fatores altura de muda e época de avaliação, indicando que estes fatores são independentes (Tabelas 4.3 e 4.4).

TABELA 4.3 ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM DE SOBREVIVÊNCIA DE MUDAS CLONAIAS DE *Piptocarpha angustifolia* AVALIADAS AOS 1, 2, 3, 6, 12, 18 E 24 MESES APÓS O PLANTIO EM PINHAIS-PR.

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio
		Sobrevivência (%)
Altura de mudas (a)	1	2520**
Erro a	28	74,1
Épocas (b)	6	4173,69**
Épocas x Altura de mudas	6	92,5 ^{ns}
Erro b	28	104,82
Total	69	-
Coefficiente de variação a (%)		16,69
Coefficiente de variação b (%)		19,85
Teste de bartlett (χ^2)		10,59 ^{ns}

** significativo ao nível de 1% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

TABELA 4.4 ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A ALTURA E DIÂMETRO DO CAULE DE MUDAS CLONAIAS DE *Piptocarpha angustifolia* AVALIADAS AOS 6, 12, 18 E 24 MESES APÓS O PLANTIO EM PINHAIS-PR.

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	
		Diâmetro (D)	Altura (H)
Altura de mudas (a)	1	167,53 ^{ns}	3,49 ^{ns}
Erro a	16	252,46	11,69
Épocas (b)	3	1266,74 ^{**}	33,77 ^{**}
Épocas x Altura de mudas	3	53,21 ^{ns}	10,33 ^{ns}
Erro b	16	179,3	1,9
Total	39	-	-
Coefficiente de variação a (%)		31,11	29,41
Coefficiente de variação b (%)		26,21	11,87
Teste de bartlett (x ²)		24,96 ^{**}	28,56 ^{**}

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

A sobrevivência média de mudas de *Piptocarpha angustifolia* após 24 meses de avaliação a campo mostrou-se reduzida, não ultrapassando os 28% (Figura 4.4). Em parte, estes resultados são consequências da ação de pragas, principalmente formigas cortadeiras, com verificação de danos ao longo de todo o período de avaliação.

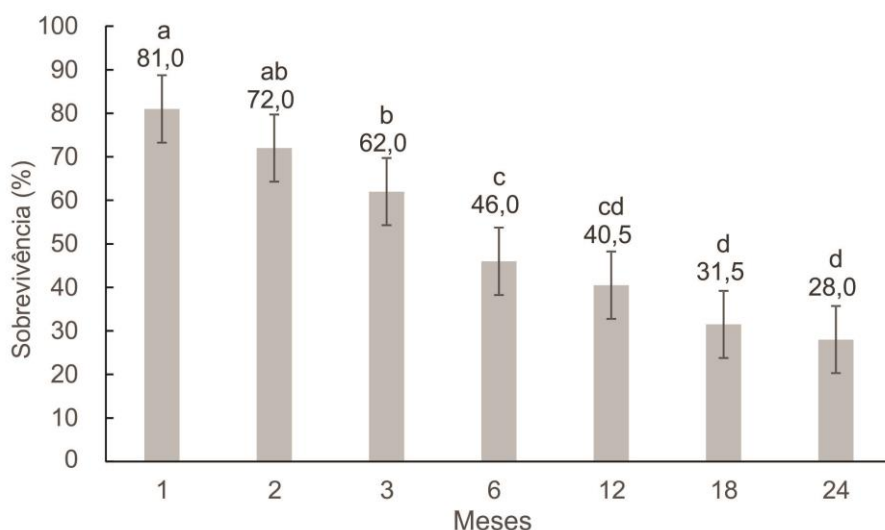


FIGURA 4.4 PORCENTAGENS DE SOBREVIVÊNCIA DE MUDAS CLONAIAS DE *Piptocarpha angustifolia* AVALIADAS AOS 1, 2, 3, 6, 12, 18 E 24 MESES APÓS O PLANTIO EM PINHAIS-PR. MÉDIAS SEGUIDAS POR MESMA LETRA NÃO DIFEREM ENTRE SI PELO TESTE DE TUKEY A 5% DE PROBABILIDADE.

O crescimento em diâmetro e altura das mudas se manteve constante até os 24 meses, sem a existência de picos ao longo do período experimental (Figura 4.5).

Essas duas variáveis sofreram forte influência do ataque de pragas ao longo do experimento; em alguns casos, apresentando a totalidade do caule seco em uma avaliação e a emissão de novas brotações basais na avaliação seguinte (Figura 4.3 E). Além disso, devido a ausência de plantios comerciais da espécie no Brasil, as informações a respeito da incidência de pragas e doenças são inexistentes na literatura, dificultando a estimativa de risco de estabelecimento de plantios com a espécie. Danos causados por insetos são comumente verificados em plantios florestais, gerando alterações significativas nas características morfológicas da parte radicial e aérea das plantas (MULLER-SCHARER, 1991).

Apesar de descrita como espécie de elevado vigor vegetativo (SEITZ, 1976; FOSSATI; NOGUEIRA, 2009), mudas clonais de *Piptocarpha angustifolia* apresentaram em todas as avaliações reduzidos acréscimos em diâmetro e altura (Figura 4.5). Estes resultados expõem o efeito gerado pelo ataque sucessivo de pragas, com consequências que vão além da redução da capacidade fotossintética (CANTARELLI *et al.*, 2008). As plantas possuem um elaborado sistema de defesa para resistir ao ataque de insetos herbívoros, envolvendo principalmente duas classes hormonais, etileno e ácido jasmônico (O'DONNELL *et al.*, 1996; THALER *et al.*, 1996). Após atacadas, a demanda energética e nutricional proveniente da fotossíntese é direcionada para o sistema de defesa em detrimento do crescimento vegetativo (ZAVALA *et al.*, 2004; WU; BALDWIN, 2010). Esse efeito é evidente na estagnação do crescimento das mudas clonais de *Piptocarpha angustifolia* com sintoma do ataque de pragas a campo.

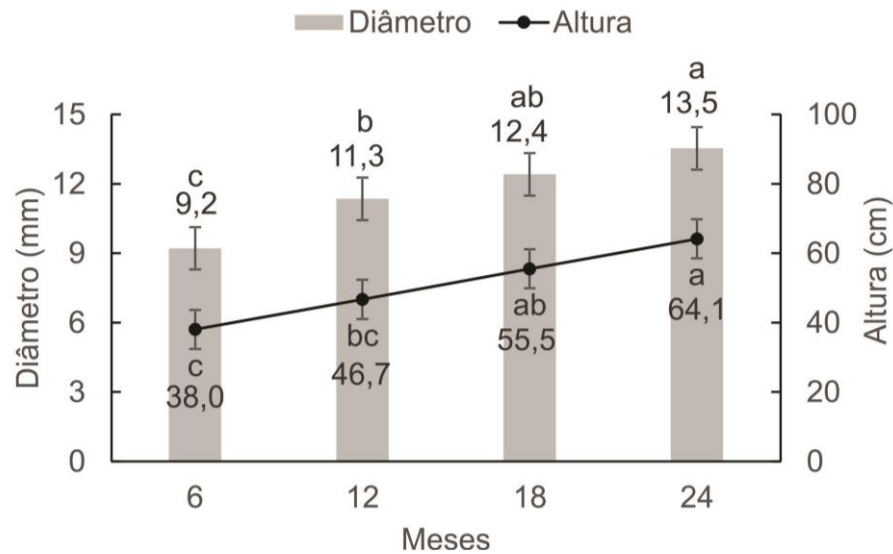


FIGURA 4.5 CRESCIMENTOS EM DIÂMETRO E ALTURA DE MUDAS CLONAIAS DE *Piptocarpha angustifolia* AVALIADAS AOS 6, 12, 18 E 24 MESES APÓS O PLANTIO EM PINHAIS-PR. MÉDIAS SEGUIDAS POR MESMA LETRA NÃO DIFEREM ENTRE SI PELO TESTE DE TUKEY A 5% DE PROBABILIDADE.

Os sucessivos ataques de formigas cortadeiras verificados no campo não afetam apenas a estagnação do crescimento das plantas atacadas, mas também a quebra da dominância apical. O corte ou anelamento do meristema apical é um dano que altera o balanço hormonal, com o bloqueio do transporte basípeto de auxinas (WAN *et al.*, 2006), juntamente com o aumento nas concentrações de citocininas translocadas pelas raízes, resultando na iniciação das gemas dormentes abaixo da região afetada (RASMUSSEN *et al.*, 2010), como verificado neste estudo (Figura 4.3 E).

A má adaptação ao local e condições do experimento tem sido um dos fatores responsáveis pelo reduzido índice de sobrevivência a campo em espécies arbóreas (MENESES FILHO *et al.*, 1995). Pouco se conhece a respeito das exigências de *Piptocarpha angustifolia* em condições de plantio, sobretudo em estágio inicial de desenvolvimento. Em estudo realizado por Seitz (1976), mudas seminais de *Piptocarpha angustifolia* conduzidas sob condições de sombreamento alcançaram até 170 cm após 12 meses, enquanto aquelas conduzidas a pleno sol tiveram altura média de 40 cm (SEITZ, 1976). O autor identificou ainda a característica umbrófila desta espécie nos estádios iniciais de desenvolvimento, associado à preferência por encostas menos expostas aos raios solares.

O maior crescimento de mudas de *Piptocarpha angustifolia* sob condições de sombreamento destacado por Seitz (1976) abrange possivelmente apenas os

estádios iniciais de crescimento da espécie, uma vez que, a partir de sua aclimação às condições de pleno sol, ela pode desenvolver-se como heliófita tradicional, assim como sua classificação sucessional sugere (CARVALHO, 2006). Esta hipótese foi verificada no presente estudo para plantas que não sofreram danos por insetos, expressando de maneira satisfatória seu potencial de crescimento, com até 1,86 m de altura e 22 mm de diâmetro aos 24 meses após o plantio (Figura 4.3 C, D).

Com relação à altura de expedição das mudas a campo, a média de sobrevivência aos 24 meses de avaliação foi significativamente superior para aquelas de 20 ± 5 cm (57,6%), em comparação as de 40 ± 5 cm (45,6%). A altura da parte aérea é uma característica muito aplicada para determinar a qualidade de mudas florestais (GOMES *et al.*, 2002), relacionada principalmente à capacidade de sobrevivência a campo (CARNEIRO, 1995). A determinação da altura ideal para o plantio de mudas florestais é variável de acordo com a espécie e até mesmo para a mesma espécie em ambientes diferentes (PAWSEY, 1972; THOMPSON; SCHULTZ, 1995; VILLAR-SALVADOR *et al.*, 2004; JACOBS *et al.*, 2005). Por outro lado, quando se considera o custo de produção de mudas florestais, aquelas 20 ± 5 cm são produzidas em menor tempo, reduzindo assim o ciclo e o custo (SIMÕES *et al.*, 2012).

A menor sobrevivência de mudas de 40 ± 5 cm pode estar associada à condição herbácea do seu terço superior, respondendo ao estresse hídrico com o murchamento da parte apical. Já a menor superfície foliar das mudas de 20 ± 5 cm pode ter reduzido a perda de água por transpiração. Fato semelhante foi relatado para *Quercus ilex*, considerando o menor tamanho das mudas no momento do plantio uma característica de resistência à seca (LLORET *et al.*, 1999).

Outro fator que pode ter favorecido o melhor desempenho de mudas de 20 ± 5 cm é sua maior relação raiz/parte aérea, resultando na maior capacidade de sustentação do crescimento destas mudas em comparação àquelas com maior porte. Esta relação revela o equilíbrio entre estas duas partes na busca por nutrientes e água (LYNCH; HO, 2005; VANDRESEN *et al.*, 2007), sendo uma excelente variável para a previsão do desempenho destas mudas a campo (ZIDA *et al.*, 2008; WEBER *et al.*, 2015). Da mesma forma, mudas com maior

relação entre raiz/parte aérea são consideradas mais aptas a plantios em ambientes secos (MOKANY *et al.*, 2006).

6.4 CONCLUSÕES

Mudas de 20 ± 5 cm são indicadas para plantios clonais de *Piptocarpha angustifolia*, favorecendo sua sobrevivência a campo. O crescimento em altura e diâmetro não é influenciado pela altura de expedição das mudas. Mais estudos são necessários para determinar o comportamento da espécie em condições de pleno sol em plantios homogêneos, assim como sua susceptibilidade ao ataque de pragas florestais.

REFERÊNCIAS

- CANTARELLI, E. B. et al. Quantificação das perdas no desenvolvimento de *Pinus taeda* após o ataque de formigas cortadeiras. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 1, p. 39-45, 2008.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1 v. 1039 p. il.
- CARVALHO, P. E. R. **Vassourão-Branco**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 6 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica 115).
- CORTINA, J.; VILAGROSA, A.; TRUBAT, R. The role of nutrients for improving seedling quality in drylands. **New Forests**, v. 44, p. 719-732, 2013.
- DIAS, P. C. et al. Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 72, p. 453-462, 2012.
- FERRIANI, A. P. et al. Produção de brotações e enraizamento de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, n. 67, p. 257-264, 2011.
- FOSSATI, L. C.; NOGUEIRA, A. C. Qualidade física e fisiológica das cipselas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén ex Malme de diferentes populações e árvores porta sementes. **Revista Floresta**, v. 39, n. 2, p. 419-430, 2009.
- GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n.6, p. 655-664, 2002.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N.; COUTO, L. Produção de mudas de eucalipto. **Informe Agropecuário**, v. 18, n. 185, p. 15-23, 1996.

JACOBS, D. F.; SALIFU, K. F.; SEIFERT, J. R. Relative contribution of initial root and shoot morphology in predicting field performance of hardwood seedlings. **New Forests**, v. 30, n. 2-3, p. 235-251, 2005.

KRATZ, D. et al. Enraizamento de miniestacas de erva mate em substratos à base de casca de arroz e fibra de coco. **Revista Floresta**, v. 45, n. 3, p. 609-616, 2015.

LLORET, F.; CASANOVAS C.; PEÑUELAS, J. Seedling survival of Mediterranean shrubland species in relation to root: shoot ratio, seed size and water and nitrogen use. **Functional Ecology**, v.13, p. 210–216, 1999.

LYNCH, J. P.; HO, M. D. Rhizoeconomics: carbon costs of phosphorus acquisition. **Plant and Soil**, v. 269, n. 1-2, p. 45-56, 2005.

MELOTTO, A. et al. Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil Central indicadas para sistemas silvipastoris. **Revista Árvore**, v. 33, n. 3, p. 425-432, 2009.

MENESES-FILHO, L. C. L. et al. **Comportamento de 24 espécies arbóreas tropicais madeireiras introduzidas no Parque Zoobotânico Rio Branco-Acre.** Rio Branco: Universidade Federal do Acre; 1995. v. 1, p. 77-81.

MOKANY, K. et al. Critical analysis of root: shoot ratios in terrestrial biomes. **Global Change Biology**, v. 12, n. 1, p. 84-96, 2006.

MULLER-SCHARER, H. The impact of root herbivory as a function of plant density and competition: survival, growth and fecundity of *Centaurea maculosa* in field plots. **Journal of Applied Ecology**, v. 28, n. 3, p. 759-776, 1991.

O'DONNELL, P. J. O. et al. Ethylene as a signal mediating the wound response of tomato plants. **Science**, v. 274, n. 5294, p. 1914, 1996.

PAWSEY, C. K. Survival and early development of *Pinus radiata* as influenced by size of planting stock. **Australian Forest Research**, v. 5, n. 4, p. 13-29, 1972.

RASMUSSEN, H. et al. 'Lateral control': phytohormone relations in the conifer treetop and the short-and long-term effects of bud excision in *Abies nordmanniana*. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 29, p. 268-279, 2010.

REIS, E. R. et al. Período de permanência de mudas de *Eucalyptus grandis* em viveiro baseado em parâmetros morfológicos. **Revista Árvore**, v. 32, n. 5, p. 809-814, 2008.

SCHULER, J. L.; MCCARTHY, W. Development of eastern cottonwood cuttings as modified by cutting length and surface area available for rooting. **New Forests**, Dordrecht, v. 46, n. 4, p. 547-549, 2015.

SEITZ, R. A. **Algumas características ecológicas e silviculturais do vassourão-branco (*Piptocarpha angustifolia* Dusén ex Malme)**. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1976.

SIMÕES, D. et al. Composição do substrato sobre o desenvolvimento, qualidade e custo de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* ST Blake. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 1, p. 91-100, 2012.

STUEPP, C. A. et al. Successive cuttings collection in *Piptocarpha angustifolia* mini-stumps: effects on maturation, root formation and root vigor. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 2017. No Prelo.

STURION, J. A.; GRAÇA, L. R.; ANTUNES, J. B. M. **Produção de mudas de espécies de rápido crescimento por pequenos produtores**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 20 p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica 37).

SUDERHSA – Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **Levantamento aerofotogramétrico e cartográfico da bacia hidrográfica do Alto Iguaçu**. Curitiba: 2000.

SUGAMOSTO, M. L. **Uso de técnicas de geoprocessamento para elaboração do mapa de aptidão agrícola e avaliação da adequação de uso do Centro de Estações Experimentais do Canguiri, município de Pinhais - Paraná**. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

THALER, J. S. et al. Exogenous jasmonates simulate insect wounding in tomato plants (*Lycopersicon esculentum*) in the laboratory and field. **Journal of Chemical Ecology**, v. 22, p. 1767-1781, 1996.

THOMPSON J. R.; SCHULTZ R. C. Root system morphology of *Quercus rubra* L. planting stock and 3-year field performance in Iowa. **New Forests**, v. 9, p. 225-236, 1995.

TONINI, H.; DE OLIVEIRA JUNIOR, M. M. C.; SCHWENGBER, D. Crescimento de espécies nativas da Amazônia submetidas ao plantio no estado de Roraima. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 2, p. 151-158, 2008.

VANDRESEN, J. et al. Inoculação de fungos micorrízicos arbusculares e adubação na formação e pós-transplante de mudas de cinco espécies arbóreas nativas do sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 4, p. 753-765, 2007.

VILLAR-SALVADOR, P., et al. "Nursery cultivation regimes, plant functional attributes, and field performance relationships in the Mediterranean oak *Quercus ilex* L." **Forest Ecology and Management**, v. 196, n. 2-3, p. 257-266, 2004.

WAN, X. C. et al. Signals controlling root suckering and adventitious shoot formation in aspen (*Populus tremuloides*). **Tree Physiology**, v. 26, p. 681-687, 2006.

WEBER, J. C. et al. Genetic variation and clines in growth and survival of *Prosopis africana* from Burkina Faso and Niger: comparing results and conclusions from a nursery test and a long-term field test in Niger. **Euphytica**, v. 205, n. 3, p. 809-821, 2015.

WENDLING, I.; STUEPP, C. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Araucaria clonal forestry: types of cuttings and mother tree sex in field survival and growth. **Revista Cerne**, v. 22, n. 1, p. 19-26, 2016.

WENDLING, I.; WARBURTON, P. M.; TRUEMAN, S. Maturation in *Corymbia torelliana* × *C. citriodora* stock plants: effects of pruning height on shoot production, adventitious rooting capacity, stem anatomy, and auxin and abscisic acid concentrations. **Forests**, v. 6, p. 3763-3778, 2015.

WU, J.; BALDWIN, I. T. New insights into plant responses to the attack from insect herbivores. **Annual review of genetics**, v. 44, p. 1-24, 2010.

XAVIER, A.; SILVA, R. L. Evolução da silvicultura clonal de *Eucalyptus* no Brasil. **Agronomía Costarricense**, v. 34, n. 1, p. 93-98, 2010.

XAVIER, A.; WENDLING, I. SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. 2. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2013. 278p.

ZAVALA, J. A. et al. Manipulation of endogenous trypsin proteinase inhibitor production in *Nicotiana attenuata* demonstrates their function as antiherbivore defenses. **Plant Physiology**, v. 134, n. 3, p. 1181-1190, 2004.

ZIDA, D. et al. Initial seedling morphological characteristics and field performance of two Sudanian savanna species in relation to nursery production period and watering regimes. **Forest Ecology and Management**, v. 255, n. 7, p. 2151-2162, 2008.

7 CONCLUSÕES GERAIS

Baseando-se nos resultados encontrados no presente trabalho foi possível concluir que:

O resgate vegetativo em espécies arbóreas nativas é viável para um número significativo de espécies, desde que haja coerência entre a técnica aplicada e os objetivos propostos em seu uso. A falta de experimentos em condições de campo evidencia a lacuna presente na silvicultura clonal de espécies arbóreas nativas. Especificamente para fins ambientais, sugere-se a aplicação de estudos comparativos de múltiplas espécies.

A miniestaquia é uma técnica viável para produção de mudas clonais de *Piptocarpha angustifolia*, apresentando elevada sobrevivência de minicepas e produtividade de miniestacas ao longo de dois anos. O elevado enraizamento de miniestacas (71,3%) indica não haver maturação das minicepas no decorrer das coletas de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia* durante o período experimental. A primavera é a época mais indicada para o enraizamento e o verão é a época que proporciona maior vigor radicial nas miniestacas.

A maior relação entre casca de arroz carbonizada e fibra de coco favoreceu o crescimento das mudas de *Piptocarpha angustifolia*, conferindo melhor qualidade às mesmas. Recomendando-se o substrato composto por 70% casca de arroz carbonizada + 30% fibra de coco (S5). A primavera é a estação mais favorável para a sobrevivência e qualidade das mudas e, em conjunto com o verão, mostra as maiores taxas de multiplicação de miniestacas.

Mudas de 20 ± 5 cm são superiores em sobrevivência às de 40 ± 5 cm em condições de campo, com crescimento em altura e diâmetro constante até os 24 meses, alcançando 64,1 cm e 13,5 mm, respectivamente. Mais estudos são necessários para determinar o comportamento da espécie em condições de pleno sol em plantios homogêneos, assim como sua susceptibilidade ao ataque de pragas florestais.

REFERÊNCIAS

BACCARIN, F. J. B. et al. Vegetative rescue and cloning of *Eucalyptus benthamii* selected adult trees. **New Forests**, v. 46. N. 4, p. 465-483, 2015.

BITENCOURT, J. et al. Enraizamento de estacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) provenientes de brotações rejuvenescidas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, n. 3, p. 277-281, 2009.

BRONDANI, G. E. et al. Enraizamento de miniestacas de erva-mate sob diferentes ambientes. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 57, p. 29-38, 2010.

CARPANEZZI, A. A.; CARPANEZZI, O. T. B. **Espécies nativas recomendadas para recuperação ambiental no Estado do Paraná, em solos não degradados**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 52 p. (Embrapa Florestas. Documentos 136).

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1 v. 1039 p. il.

CARVALHO, P. E. R. **Vassourão-Branco**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 6 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica 115).

FERRIANI, A. P. **Miniestaquia e quantificação de polifenóis em *Piptocarpha angustifolia* Dusén ex Malme**. 89 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Produção Vegetal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2009.

FERRIANI, A. P. et al. Estaquia e anatomia de vassourão-branco. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 2, p. 159-166, 2008.

FERRIANI, A. P. et al. Produção de brotações e enraizamento de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, n. 67, p. 257-264, 2011.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se lê**. Passo Fundo: UPF, 2004. 724 p.

FOSSATI, L. C. **Ecofisiologia da germinação das sementes em populações de *Ocotea puberula* (Rich.) Ness, *Prunus sellowii* Koehne e *Piptocarpha angustifolia* Dusén Ex Malme.** 160 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

FOSSATI, L. C.; NOGUEIRA, A. C. Qualidade física e fisiológica das cipselas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén ex Malme de diferentes populações e árvores porta sementes. **Revista Floresta**, v. 39, n. 2, p. 419-430, 2009.

FRANÇA, G. S.; STEHMANN, J. R. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de uma floresta alto-montana no Município de Camanducaia, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 1, p. 19-30, 2004.

HUSEN, A. Changes of soluble sugars and enzymatic activities during adventitious rooting in cuttings of *Grewia optiva* as affected by age of donor plants and auxin treatments. **American Journal of Plant Physiology**, v. 7, n. 1, p. 1-16, 2012.

INOUE, M. T.; KUNYOSHI, Y. S.; RODERJAN, C. V. **Projeto madeira do Paraná.** Curitiba: FUPEF, 1984. 260 p.

KLEIN, R. M.; HATSCHBACH, G. Fitofisionomia e notas sobre a vegetação para acompanhar a planta fitogeográfica do Município de Curitiba e arredores (Paraná). **Boletim da Universidade do Paraná**, n. 4, p. 1-29, 1962.

KLEINPAUL, I. S. et al. Suficiência amostral para coletas de serapilheira acumulada sobre o solo em *Pinus elliottii* Engelm, *Eucalyptus* sp. e floresta estacional decidual. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 965-972, 2005.

KRATZ, D. et al. Enraizamento de miniestacas de erva mate em substratos à base de casca de arroz e fibra de coco. **Revista Floresta**, v. 45, n. 3, p. 609-616, 2015.

KRATZ, D. et al. Ranking of substrates based on the morphological parameters of the *Piptadenia gonoacantha*. **Revista Bosque**, v. 37, n. 2, p. 285-293, 2016.

MANTOVANI, M. et al. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da floresta atlântica. **Revista Árvore**, v. 27, n. 4, p. 451-458, 2003.

MCGRANAHAN, M. F.; BORRALHO, N. M. G., GREAVES, B. L. Genetic control of propagation effects and the importance of stock plant age and source on early growth in cuttings of *Pinus radiata*. **Silvae Genetica**, v. 48, n. 6, p. 267-272, 1999.

OSTERC, G.; ŠTAMPAR, F. Differences in endo/exogenous auxin profile in cuttings of different physiological ages. **Journal of Plant Physiology**, v. 168, n. 17, p. 2088-2092, 2011.

OSTERC, G.; ŠTEFANČIČ, M.; ŠTAMPAR, F. "Juvenile stock plant material enhances root development through higher endogenous auxin level." **Acta Physiologia Plantarum**, v. 31, n. 5, p. 899-903, 2009.

REITZ, R.; KLEIN, R. M. O reino vegetal de Rio do Sul. **Sellowia**, v. 16, p. 9-118, 1964.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Madeiras do Brasil. Santa Catarina**. Florianópolis: Lunardelli, 1979. 320 p.

RIBEIRO-OLIVEIRA, J. P.; RANAL, M. A. Brazilian forest seeds: a precarious beginning, a heady present and the future, will it be promising? **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 771-784, 2014.

SEITZ, R. A. **Algumas características ecológicas e silviculturais do vassourão-branco (*Piptocarpha angustifolia* Dusén ex Malme)**. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1976.

ŠTEFANČIČ, M. et al. The levels of IAA, IAAsp and some phenolics in cherry rootstock 'GiSela 5' leafy cuttings pretreated with IAA and IBA. **Scientia Horticulturae**, v. 112, n. 4, p. 399-405, 2007.

STUEPP, C. A. et al. Quality of clonal plants of *Piptocarpha angustifolia* in different renewable substrates and seasons of the year. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 11, p. 1821-1829, 2016.

STUEPP, C. A. et al. Successive cuttings collection in *Piptocarpha angustifolia* mini-stumps: effects on maturation, root formation and root vigor. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 2017. No Prelo.

TEIXEIRA, L. L. **Identificação botânico-dendrológica e anatômica da madeira de seis espécies euxilóforas do Sudoeste Paranaense**. 110 f. Dissertação (Mestrado

em Ciências) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1977.

WENDLING, I. et al. Mini-cuttings technique: a new ex vitro method for clonal propagation of sweetgum. **New Forests**, v. 39, n. 3, p. 343-353, 2010.

WENDLING, I.; TRUEMAN, S. J.; XAVIER, A. Maturation and related aspects in clonal forestry-Part I: concepts, regulation and consequences of phase change. **New Forests**, v. 45, n. 4, p. 449-471, 2014.

WENDLING, I.; WARBURTON, P. M.; TRUEMAN, S. Maturation in *Corymbia torelliana* × *C. citriodora* stock plants: Effects of pruning height on shoot production, adventitious rooting capacity, stem anatomy, and auxin and abscisic acid concentrations. **Forests**, v. 6, p. 3763-3778, 2015.

WESTMAN, W. E.; PANETTA, F. D.; STANELY, T. D. Ecological studies on reproduction and establishment of the woody weed, groundsel bush (*Baccharis halimifolia* L.: Asteraceae). **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 26, n. 5, p. 855-870, 1975.